

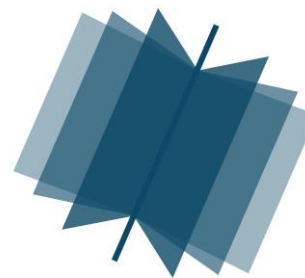
**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЖУРНАЛ**

***INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL***

---

**ISSN 2303-9868 PRINT  
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург  
2021



Периодический теоретический и научно-практический журнал.  
Выходит 12 раз в год.  
Учредитель журнала: Соколова М.В.  
Главный редактор: Меньшаков А.И.  
Адрес издателя и редакции: 620137, г. Екатеринбург, ул.  
Академическая, д. 11, корп. А, оф. 4.  
Электронная почта: [editors@research-journal.org](mailto:editors@research-journal.org)  
Сайт: [www.research-journal.org](http://www.research-journal.org)  
16+

**№ 4 (106) 2021  
Часть 2  
Апрель**

Дата выхода 19.04.2021  
Подписано в печать 11.04.2021  
Тираж 200 экз.  
Цена: бесплатно.  
Заказ 286691.  
Отпечатано с готового оригинал-макета.  
Отпечатано в типографии "А-принт".  
620049, г. Екатеринбург, пер. Лобачевского, д. 1.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких-либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Актуальная информация об индексации журнала в библиографических базах данных <https://research-journal.org/indexing/>.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217**.

#### **Члены редколлегии:**

##### **Филологические науки:**

*Растягаев А.В.* д-р филол. наук, Московский Городской Университет (Москва, Россия);  
*Сложеникина Ю.В.* д-р филол. наук, Московский Городской Университет (Москва, Россия);  
*Штрекер Н.Ю.* к.филол.н., Калужский Государственный Университет имени К.Э. Циолковского (Калуга, Россия);  
*Вербицкая О.М.* к.филол.н., Иркутский Государственный Университет (Иркутск, Россия).

##### **Технические науки:**

*Пачурин Г.В.* д-р техн. наук, проф., Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, Россия);  
*Федорова Е.А.* д-р техн. наук, проф., Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (Нижний Новгород, Россия);  
*Герасимова Л.Г.* д-р техн. наук, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева (Апатиты, Россия);  
*Курасов В.С.* д-р техн. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);  
*Оськин С.В.* д-р техн. наук, проф. Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия).

##### **Педагогические науки:**

*Куликовская И.Э.* д-р пед. наук, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Россия);  
*Сайкина Е.Г.* д-р пед. наук, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена (Санкт-Петербург, Россия);  
*Лукьянова М.И.* д-р пед. наук, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова (Ульяновск, Россия);  
*Ходакова Н.П.* д-р пед. наук, проф., Московский городской педагогический университет (Москва, Россия).

##### **Психологические науки:**

*Розенова М.И.* д-р психол. наук, проф., Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия);  
*Ивков Н.Н.* д-р психол. наук, Российская академия образования (Москва, Россия);  
*Каменская В.Г.* д-р психол. наук, к. биол. наук, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина (Елец, Россия).

##### **Физико-математические науки:**

*Шамолин М.В.* д-р физ.-мат. наук, МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, Россия);  
*Глезер А.М.* д-р физ.-мат. наук, Государственный Научный Центр ЦНИИчермет им. И.П. Бардина (Москва, Россия);  
*Свиштунов Ю.А.* д-р физ.-мат. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия).

##### **Географические науки:**

*Умывакин В.М.* д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Военный авиационный инженерный университет (Воронеж, Россия);  
*Брылев В.А.* д-р геогр. наук, проф., Волгоградский государственный социально-педагогический университет (Волгоград, Россия);  
*Огуреева Г.Н.* д-р геогр. наук, проф., МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия).

##### **Биологические науки:**

*Буланый Ю.П.* д-р биол. наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (Саратов, Россия);  
*Аникин В.В.* д-р биол. наук, проф., Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского (Саратов, Россия);  
*Еськов Е.К.* д-р биол. наук, проф., Российский государственный аграрный заочный университет (Балашиха, Россия);  
*Ларионов М.В.* д-р биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия).

**Архитектура:**

Янковская Ю.С. д-р архитектуры, проф., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Санкт-Петербург, Россия).

**Ветеринарные науки:**

Алиев А.С. д-р ветеринар. наук, проф., Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия);  
Татарникова Н.А. д-р ветеринар. наук, проф., Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова (Пермь, Россия).

**Медицинские науки:**

Никольский В.И. д-р мед. наук, проф., Пензенский государственный университет (Пенза, Россия);  
Ураков А.Л. д-р мед. наук, Ижевская Государственная Медицинская Академия (Ижевск, Россия).

**Исторические науки:**

Меерович М.Г. д-р ист. наук, архитектуры, проф., Иркутский национальный исследовательский технический университет (Иркутск, Россия);  
Бакулин В.И. д-р ист. наук, проф., Вятский государственный университет (Киров, Россия);  
Бердинских В.А. д-р ист. наук, Вятский государственный гуманитарный университет (Киров, Россия);  
Лёвочкина Н.А. к.ист.наук, к.экон.н. ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия).

**Культурология:**

Куценков П.А. д-р культурологии, к.искусствоведения, Институт востоковедения РАН (Москва, Россия).

**Искусствоведение:**

Куценков П.А. д-р культурологии, к.искусствоведения, Институт востоковедения РАН (Москва, Россия).

**Философские науки:**

Петров М.А. д-р филос. наук, Института философии РАН (Москва, Россия);  
Бессонов А.В. д-р филос. наук, проф., Институт философии и права СО РАН (Новосибирск, Россия);  
Цыганков П.А. д-р филос. наук., МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия);  
Лойко О.Т. д-р филос. наук, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск, Россия).

**Юридические науки:**

Костенко Р.В. д-р юрид. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);  
Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Северо-Кавказский федеральный университет г. Пятигорске (Пятигорск, Россия);  
Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Всероссийская академия внешней торговли (Москва, Россия);  
Ерғашев Е.Р. д-р юрид. наук, проф., Уральский государственный юридический университет (Екатеринбург, Россия).

**Сельскохозяйственные науки:**

Важов В.М. д-р с.-х. наук, проф., Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина (Бийск, Россия);  
Раков А.Ю. д-р с.-х. наук, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр (Михайловск, Россия);  
Комлацкий В.И. д-р с.-х. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);  
Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Белгород, Россия);  
Наумкин В.П. д-р с.-х. наук, проф., Орловский государственный аграрный университет.

**Социологические науки:**

Замараева З.П. д-р социол. наук, проф., Пермский государственный национальный исследовательский университет (Пермь, Россия);  
Солодова Г.С. д-р социол. наук, проф., Институт философии и права СО РАН (Новосибирск, Россия);  
Кораблева Г.Б. д-р социол. наук, Уральский Федеральный Университет (Екатеринбург, Россия).

**Химические науки:**

Абдиев К.Ж. д-р хим. наук, проф., Казахстанско-Британский технический университет (Алма-Аты, Казахстан);  
Мельдешов А. д-р хим. наук, Казахстанско-Британский технический университет (Алма-Аты, Казахстан);  
Скачилова С.Я. д-р хим. наук, Всероссийский Научный Центр По Безопасности Биологически Активных Веществ (Купавна Старая, Россия).

**Науки о Земле:**

Горяинов П.М. д-р геол.-минерал. наук, проф., Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (Апатиты, Россия).

**Экономические науки:**

Лёвочкина Н.А. д-р экон. наук, к.ист.н., ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия);  
Ламоттке М.Н. к.экон.н., Нижегородский институт управления (Нижний Новгород, Россия);  
Акбулаев Н. к.экон.н., Азербайджанский государственный экономический университет (Баку, Азербайджан);  
Кулиев О. к.экон.н., Азербайджанский государственный экономический университет (Баку, Азербайджан).

**Политические науки:**

Завершинский К.Ф. д-р полит. наук, проф. Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия).

**Фармацевтические науки:**

Тринеева О.В. к.фарм.н., Воронежский государственный университет (Воронеж, Россия);  
Кайшева Н.Ш. д-р фарм. наук, Волгоградский государственный медицинский университет (Волгоград, Россия);  
Ерофеева Л.Н. д-р фарм. наук, проф., Курский государственный медицинский университет (Курс, Россия);  
Папанов С.И. д-р фарм. наук, Медицинский университет (Пловдив, Болгария);  
Петкова Е.Г. д-р фарм. наук, Медицинский университет (Пловдив, Болгария);  
Скачилова С.Я. д-р хим. наук, Всероссийский Научный Центр По Безопасности Биологически Активных Веществ (Купавна Старая, Россия);  
Ураков А.Л., д-р мед. наук, Государственная Медицинская Академия (Ижевск, Россия).

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOGRAPHY

Кривошеев И.А. ПРЕДПОСЫЛКИ И ЭТАПЫ ДАЧНОЙ СУБУРБАНИЗАЦИИ ПРИТАМБОВЬЯ .....	6
Постников А.Н. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ СУШИ В ЛЕСНОЙ, ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНАХ РОССИИ ЗА МЕСЯЦЫ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА ГОДА .....	14

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

Николаева Е.А., Громова О.Б. ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА САМООЧИЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД .....	19
Сибиркина А.Р., Лихачев С.Ф., Двинин Д.Ю., Войтович Г.А., Трофимова Л.В., Маркова Л.М., Мулюкова О.Н. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА АРАКУЛЬ (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2007 И 2020 ГОДОВ .....	24
Ядрихинский И.В. О ЗНАЧЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕШЕНИИ ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ .....	30

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

Борискин П.В., Павлова О.Н., Гуленко О.Н., Тулаева О.Н., Яремич Б.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ГОМЕОСТАЗА ОРГАНИЗМА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА СЕКРЕТОРНЫЕ КАРДИОМИОЦИТЫ .....	36
Гулиев Р.А., Бурлаков И.А., Крючков В.Н., Волкова И.В. БЕЛКИ СЫВОРОТКИ КРОВИ НЕКОТОРЫХ РЫБ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ, ВОЗРАСТНОЙ И ПОЛОВОЙ АСПЕКТЫ .....	42
Дворников М.Г., Пилипко Е.Н., Воробьев Е.Д. ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ТРОФИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОСЯ (ALCES ALCES, L) НА АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ .....	47
Ерофеева В.В., Аникина Е.В. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ) .....	53
Калюжный Е.А., Ромашкина А.М., Астанакулов Т.Н. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС СОВРЕМЕННЫХ УЧАЩИХСЯ .....	58
Савиных Н.П., Березин А.А. О НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЛЕСОВ С ПОЗИЦИЙ ПОПУЛЯЦИОННО-ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА .....	62
Хабиров И.К., Сайфуллин Р.Р. ФАКТОРЫ ДЕГРАДАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ .....	68
Турмухаметова Н.В., Зелеев Р.М. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ КОНСОРЦИЙ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ В БИОИНДИКАЦИИ .....	72

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ / MEDICINE

Антонова А.А., Яманова Г.А., Бурлакова И.С. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА .....	78
Аракельян Р.С., Ирдеева В.А., Шендо Г.Л., Харитонов А.П., Маммаева З.М., Погосян М.А. КОНТАМИНАЦИЯ ПОЧВЫ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ .....	82
Байбаков С.Е., Бахарева Н.С., Гордеева Е.К., Федько В.А., Авакян С.А., Хромов Д.А., Бараева Л.М. ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ БИЛАТЕРАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ БОКОВЫХ ЖЕЛУДОЧКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТНОГО ПЕРИОДА .....	85
Бердыш Д.С., Новоселя Н.В., Татлок Э.З., Саакова К.А., Бобровская А.В., Шапиева А.А. СТЕРОИДНЫЙ ГИПОГОНАДИЗМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ .....	91
Васильева Е.А., Русак Ю.Э., Ефанова Е.Н. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ АТОПИЧЕСКОГО ДЕРМАТИТА И ЭКЗЕМЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО СЕВЕРА .....	96

Гомозов Г.Н., Волкова Т.С., Сорокина Ю.А., Каткова Н.Ю., Копылова М.В., Занозина О.В. КОМБИНИРОВАННАЯ ФАРМАКОТЕРАПИЯ ВАГИНИТОВ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ .....	100
Гажва С.И., Киртаева А.В. ....	103
СИНДРОМ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ В РЕГИОНЕ (АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ) .....	103
Гольская А.И., Мирзоева Р.К., Черник О.В., Осипова А.С., Бердыш Д.С. ....	108
НАРУШЕНИЕ СНА И ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИНСОМНИИ .....	108
Гречина А.Г., Юсифова А., Яшин Д.С., Сорокина Ю., Занозина О.В., Ловцова Л.В. “THE MALE PILL” – ИННОВАЦИОННЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА МУЖСКОЙ КОНТРАЦЕПЦИИ..	113
Дегтев И.А., Казумян С.В., Билалова Ф.А., Борисов В.В., Басин Е.М. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕРМОФОРМОВАНИЯ ЭЛАЙНЕРОВ .....	123
Жумалиева Ч., Дооронбекова А., Мукамбетов А., Кубатова А., Эстебесова А., Ибрагимов Ш., Кутманова А., Усенбаев Н., Жороев А., Абдыкеримов С., Джангазиев Б., Молдокматова А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ ПРЕКРАЩЕНИЯ КАРАНТИННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА СИСТЕМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.	126
Чижд И.М., Косачев В.Е., Русанов С.Н., Карпенко И.В. ИСТОРИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ .....	136
Качанов Д.А., Атангулов Г.И., Салихов Х.Ф., Мамедов Н.Н.о., Умаров М.Д., Мухамедов Б.М., Кучерявенко М.Н., Громова В.С., Гамзатова Б.Н. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ DANIO RERIO (ZEBRAFISH) В НЕФРОЛОГИИ: ОТ МОДЕЛИ ДО ОЦЕНКИ СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ .....	145
Postnikov M.A., Pavlova O.N., Klochkov F.G., Guseva E.O. FUNCTIONAL EVIDENCE-BASED DENTISTRY IN OSTEOPATHIC CORRECTION OF DISTAL OCCLUSION	148
Логинов И.П., Савин С.З., Солодкая Е.В. ДЕПРЕССИВНЫЕ РАССТРОЙСТВА В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА: СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ .....	153
Ломакина М.В. АНАЛИЗ УРОВНЯ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ О НЕОБХОДИМЫХ МЕРАХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ СРЕДИ ПАЦИЕНТОВ, ПРИНИМАЮЩИХ АНТИКОАГУЛЯНТНУЮ ТЕРАПИЮ НА ФОНЕ НАРУШЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА .....	160
Магомедов М.М., Хамидов М.А., Магомедов Х.М. ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ СИНДРОМА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ .....	164
Манукян И.А., Рисованный С.И. КОНУСНО-ЛУЧЕВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПРИ ПОВТОРНОМ ЭНДОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ .....	167
Маркин А.А., Журавлева О.А., Кузичкин Д.С., Колотева М.И., Вострикова Л.В., Заболотская И.В., Логинов В.И., Лабетская О.И. МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПЕРЕГРУЗОК, ГЕНЕРИРУЕМЫХ НА ЦЕНТРИФУГЕ КОРОТКОГО РАДИУСА .....	171
Омарова С.М., Исаева Р.С., Ахмедова Р.С., Акаева Ф.С., Саидова П.С., Багандова Д.Ш., Муслимов М.О. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МИКСТ-ИНФЕКЦИЙ У ЖЕНЩИН РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА .....	177
Пилькевич Н.Б., Марковская В.А., Яворская О.В., Пилькевич Е.А., Хабибуллин Р.Р. ИЗУЧЕНИЕ ПСИХОМОТОРНЫХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ .....	180
Пирматова М.А., Пирматова Т.А. ФАКТОРЫ РИСКА ИЗБЫТОЧНОГО ВЕСА И ОЖИРЕНИЯ СРЕДИ МОЛОДЁЖИ ТАДЖИКИСТАНА .....	185
Ромашенко П.Н., Семенов В.В., Прудьева С.А. ЭНДСКОПИЧЕСКИЕ ГЕРНИОПЛАСТИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫМИ ГРЫЖАМИ ПЕРЕДНЕЙ БРЮШНОЙ СТЕНКИ: ОБОСНОВАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ .....	188
Юрлова Ю.А., Дианов С.В. КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ТРАВМЫ БОКОВЫХ КОЛЛАТЕРАЛЬНЫХ СВЯЗОК КОЛЕННОГО СУСТАВА .....	192

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOGRAPHY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.026>

ПРЕДПОСЫЛКИ И ЭТАПЫ ДАЧНОЙ СУБУРБАНИЗАЦИИ ПРИТАМБОВЬЯ

Научная статья

**Кривошеев И.А.\***

ORCID: 0000-0002-4382-1699,

Тамбовский Государственный Университет имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

\* Корреспондирующий автор (Pangolin05[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье анализируется процесс формирования дачной субурбанизации пригородной зоны города Тамбова. Определены предпосылки и этапы дачной субурбанизации Приتامбовья, описан процесс ее эволюции и функциональной трансформации. Дано определение понятию «дача» и обозначены методы географического исследования дачного феномена. Описаны сходства и отличия процесса развития дачной субурбанизации Приتامбовья по сравнению с общероссийскими тенденциями. Определены виды организации дачного хозяйства. Проанализирована и описана пространственная организация Тамбовских дач в советском и постсоветском периодах развития феномена, дана характеристика экономико-географического положения дачных массивов. Определены проблемы дачной экспансии и направления дальнейшего развития данного процесса.

**Ключевые слова:** дача, садоводческое некоммерческое товарищество, огородническое некоммерческое товарищество, субурбанизация, Тамбов.

THE PREREQUISITES AND STAGES OF THE DACHA SUBURBANIZATION IN THE TAMBOV REGION

Research article

**Krivosheev I.A.\***

ORCID: 0000-0002-4382-1699,

Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia

\* Corresponding author (Pangolin05[at]mail.ru)

**Abstract**

The article analyzes the process of formation of the dacha suburbanization in the suburban area of the city of Tambov (Pritambovie). The study defines the prerequisites and stages of the dacha suburbanization of the Pritambovie region and describes the process of its evolution and functional transformation. The article provides the definition of the concept of "dacha" as well as indicates the methods of geographical research of the dacha phenomenon. The article describes the similarities and differences in the development of the Pritambovie dacha suburbanization in comparison with the trends across the Russian Federation. The types of the dacha management are also defined. The study conducts an analysis of the spatial organization of dachas in Tambov in the Soviet and post-Soviet periods of the development of the phenomenon while also providing characteristics of the economic and geographical position of the dachas and identifying the problems of dacha expansion and the directions of further development of this process.

**Keywords:** dacha, horticultural non-profit partnership, suburbanization, Tambov.

**Введение**

Многие ученые называют «дачи» уникальным российским феноменом из-за их значительных отличий от западных «загородных домов» или «вторых жилищ». По различным данным в России насчитывается от 16 до 20 млн. дачных участков. Такая разница в цифрах вызвана сложностью подсчётов из-за многообразия этого явления. С 2019 года в нашей стране не существует даже юридического понятия «дача». Федеральный закон "О ведении гражданами садоводства и огородничества для собственных нужд и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" определяет два типа организации дачного хозяйства: садоводческие некоммерческие товарищества и огороднические некоммерческие товарищества. Присутствовавший в законе ранее тип «дачного некоммерческого товарищества» был упразднен [14].

Этот же закон относит садоводческие и огороднические некоммерческие товарищества к видам товариществ собственников недвижимости. Гражданский кодекс Российской Федерации признает товариществом собственников недвижимости добровольное объединение собственников недвижимого имущества (помещений в здании, в том числе в многоквартирном доме, или в нескольких зданиях, жилых домов, садовых домов, садовых или огородных земельных участков и т.п.), созданное ими для совместного владения, пользования и в установленных законом пределах распоряжения имуществом (вещами), в силу закона находящимся в их общей собственности или в общем пользовании, а также для достижения иных целей, предусмотренных законами [2].

Под термином «дача» обычно понимают загородный дом городской семьи, используемый его владельцами для временного проживания. Т.Г. Нефедова в своей статье «Горожане и дачи» дает следующее определение этому понятию: дача – это дом и участок земли в сельской местности, владельцами которых являются горожане, прописанные (зарегистрированные) в городе, но проводящие в сельской местности какое-то время (от недели до целого года) [8]. При этом, под эти определения попадают как простейшие деревянные постройки при садовых или огородных участках, непригодные для круглогодичного проживания, так и капитальные коттеджи или особняки с подсобными строениями, обустроенной территорией и рекреационными объектами, зачастую используемые владельцами для постоянного проживания.

Дачную экспансию в пригородных зонах часто связывают с процессом субурбанизации, который выражается в опережающем росте пригородов, по сравнению с главным центром. Субурбанизация – это «качественное совершенствование» урбанизации, приводящее к переселению городских жителей в меньшие поселения рядом с метрополисом с лучшими условиями жизни (чище окружающая среда, более низкая плотность населения, частный дом и пр.). Жители субурбии остаются тесно связанными с метрополисом, продолжают работать и получать большинство услуг в нем [7].

В Российской науке дачный феномен слабо исследован, а большинство существующих работ по теме посвящены московским и петербургским дачам, по причине того, что в обеих «столицах» это явление появилось раньше, чем в регионах и распространено сильнее всего по стране. Исследованиями этого направления в сфере социально-экономической и рекреационной географии посвящены работы Т.Г. Нефедовой, А.И. Трейвиша, А.Г. Махровой и других. Но ситуация меняется и в последние годы появляется все больше региональных исследований по дачной тематике в разных направлениях науки: истории, юриспруденции, культурологии, социологии и, конечно, географии. Работа ученых по исследованию дачной тематики напрямую не связана с распространением явления в регионе, а, скорее, с интересом конкретных исследователей к этой теме. Среди таких можно отметить географические исследования Щепетковой И.О. с работами о пермских дачах, Казакова С.Г. по курским дачам и К.В. Аверкиевой, посвященные дачам Костромской области.

Казаков С.Г. в своей статье «Экономико-географические особенности Курских дач» отмечает, что на сегодняшний момент не проводилось детального экономико-географического изучения дач в Центрально-Черноземном регионе, в том числе и в Тамбовской области, где из-за особенностей исторического освоения и благоприятных агроклиматических ресурсов, садово-огородные товарищества в значительной степени отличаются по критериям территориального размещения и даже функциональному использованию от столичных, петербургских и уральских дач [5].

Научные публикации с исследованиями дачного феномена в Притамбовье и Тамбовской области практически отсутствуют, а в имеющихся они не выступают основным объектом исследования.

Большинство ученых-географов, изучающих дачи, называют главной сложностью в разработке данной темы отсутствие достоверной официальной статистики, из-за чего приходится прибегать к использованию разнородных данных [5], [4]. В таких условиях одним из важнейших средств изучения этого феномена становится комплекс геоинформационных методов, включающий в себя анализ космических снимков и данных геоинформационных систем (например, «Публичной кадастровой карты»), в том числе краудсорсинговых (таких как «OpenStreetMap», «Wikimapia» и др.). Но получить объективную картину изучаемого явления представляется невозможным без использования метода полевых исследований и наблюдений, экспедиционных выездов на изучаемые территории, опросов и интервью владельцев дач и загородных домов. Помимо этого, часть требуемых сведений можно почерпнуть из обработки так называемых «нечетких данных», например, используя метод синтаксического анализа (парсинга) на интернет-ресурсах с предложениями о продаже или покупке дачных участков. Такой методологический аппарат, в совокупности с основными общегеографическими методами, позволяет добиться достоверных данных об изучаемом явлении.

Ученые, изучающие эволюцию данного феномена в России, выделяют три периода формирования дач в их ныне существующих формах [10]:

- Досоветский период – (от зарождения до 1920-х годов) владельцами загородных усадеб и поместий являются дворяне, а также зажиточные купцы и разночинцы. До наших дней эти дачи сохранились в виде памятников культуры, архитектуры и истории (зачастую в них располагаются музеи), либо были радикально перестроены.

- Советский период, который можно разбить на три этапа:

- 1920–1950-е годы – формирование закрытых партийно-номенклатурных и ведомственных дачных поселений. До нашего времени дошли частные и государственные дачи властной, инженерной и творческой элиты.

- С середины 1950-х годов – для решения продовольственных проблем населению массово раздаются земельные участки в черте города, в сельских поселениях и на территории Гослесфонда под сады и огороды. Садово-дачная, зачастую ведомственная, застройка охватывает территории вокруг всех крупных городов.

- С 1980-х годов с выходом за рамки советского периода – экспансия дач за счет скупки домов в деревнях, особенно в зонах сельской депопуляции. Происходит слияние сельскохозяйственной и рекреационной функции дач. Продажа и покупка дачных участков становится свободной, признается государством. «Модель двудомной жизни укоренилась в нашем контрастном климате и в образе жизни, обрела свойства массовой мечты о свободе, успехе, частной собственности» [9].

- Постсоветский период (с 1990-х годов до наших дней) – реновация старых дач, строительство вилл (коттеджей) и создание коттеджных поселков, в том числе закрытых элитных, пространственное расширение дачной экспансии.

История дачной традиции в России берет начало во второй половине XVII века, когда появились первые подмосковные дворянские поместья. Большое развитие феномен получил при Петре I: загородные дома даровались императором своим приближенным за различные заслуги (сам термин «дача» происходит от глагола «давать») и были сконцентрированы в окрестностях Петербурга. Такие усадьбы принадлежали исключительно государственной и творческой элите и выполняли рекреационную функцию. Именно тогда сложилась традиция проводить досуг на дачах [6]. Некоторые историки называют 1821 годом официального возникновения дач – в этот год супруга императора Николая I получила в дар от мужа земли в окрестностях Петергофа, которые впоследствии стали называться «собственная ее Величества дача Александрия». А в императорских указах слово «дача» впервые упоминается в 1844 году – «Указ о раздаче в г. Кронштадте загородной земли под постройку домиков или дач и разведение садов» [3]. Популярность дачного досуга росла и к концу XIX века он стал уникальным российским массовым социальным явлением, которое ярко отражено в культурном, литературном и художественном наследии этого периода развития феномена загородного жилья.

Исторические особенности возникновения и развития городов Центрального Черноземья (бывшего «Дикого поля») обусловили практически полное отсутствие «классических дач», которые возникли в XIX столетии вблизи крупнейших городов Российской империи [5]. Дачная субурбанизация города Тамбова в досоветский период была представлена дворянскими усадьбами и родовыми поместьями. В 28 километрах на северо-восток от Тамбова находилось поместье Тулиновых. В середине XVIII века купец из Воронежа Яков Васильевич Тулинов построил на реке Мошляйке суконную мануфактуру, а на холме неподалеку возвел свою усадьбу – двухэтажный каменный дом на высоком цоколе. Недалеко от поместья Тулиновых, в трех верстах от села Столовое, располагалось имение Бакуниных. Центром усадьбы был просторный одноэтажный дом на высоком фундаменте. К дому примыкала большая застекленная веранда, окружал строение ухоженный парк с проточными прудами. В имении занимались молочным производством, был большой конюшенный двор и фруктовые сады. В 70-х годах XIX века представитель древнего дворянского рода Павел Александрович Ланской построил к западу от Тамбова, в нескольких верстах от родового гнезда родителей жены села Арапово, свою усадьбу. Помимо двухэтажного кирпичного дома с пристройкой в имении располагались здания людской, кухни, каретный двор с сараем и беседка. Усадьбу окружал вишневый сад и парк с устроенной в нем системой рыбоводных прудов. В годы революции все эти усадьбы были национализированы, а владельцы были вынуждены их покинуть. Усадьба Тулиновых стала туберкулезным санаторием, в поместье Ланских располагалась школа-интернат, а имение Бакуниных и вовсе было разрушено.

В Советском Союзе дачи постепенно утратили свою «элитарность», значительно увеличилось их количество, появились коллективные объединения дачников, стремительно обрастающие инфраструктурой, но самое главное, изменилась функция дач – с рекреационной на сельскохозяйственную.

В 30-е годы прошлого века дачу по распределению могли получить сотрудники аппарата ВКП(б), а чиновники высшего ранга строили огромные загородные дома, пока в 1938 году количество комнат не было ограничено законодательством. В 1933 году было принято постановление ЦК ВКП(б) «О развертывании индивидуального рабочего огородничества», давшее возможность 1,5 миллионам рабочим получить земельные участки под огороды, без права возведения жилых строений. В годы Великой Отечественной войны вышло еще несколько постановлений, способствовавших развитию индивидуального и коллективного огородничества. К 1944 г. более половины горожан возделывали огороды [11].

Начало второму этапу советского периода эволюции дачного феномена в России положило в 1949 году постановление Совета Министров СССР «О коллективном и индивидуальном огородничестве и садоводстве рабочих и служащих». Под территорию товариществ были выделены свободные земли городов, поселков, госземфонда, в полосах отвода железных и шоссейных дорог, а также свободные земли предприятий, учреждений и организаций. Коллективное и приусадебное садоводство становится массовым явлением. Средний размер участка в садоводческом товариществе составлял около 6 соток (0,06 га), а возведение построек на нем жестко регламентировалось законом. Изначально жилое строительство было запрещено, но позднее появилась возможность разместить на участке дом для проживания в теплое время года площадью не более 25 м<sup>2</sup>. Дачи советских граждан в садоводческих и огороднических товариществах выполняли, в первую очередь, сельскохозяйственную функцию из-за сохранения в стране продовольственной проблемы. К 1980-м годам в СССР насчитывалось 44 тысячи товариществ, занимавших территорию в 426 тысяч гектар.

Третий этап советского периода эволюции дачного феномена в России характеризуется, в первую очередь, снятием ряда ограничений на застройку дачных участков. Это привело к тому, что постройки, зачастую, возводились с нарушениями архитектурных норм и правил, порой, на неподходящих территориях, в санитарных зонах, в природных заказниках и заповедниках. Другой важной особенностью этого этапа стала массовая покупка горожанами домов в деревнях и использование их в качестве дач. Это явление было вызвано сельской депопуляцией, превышением спроса горожан на дачи над предложением и строгой регламентацией землепользования в садовых товариществах. В большей степени оно коснулось деревенских домов, полученных по наследству, новые владельцы которых сами использовали их в качестве дачи, либо продавали городским жителям. При этом, до 1989 г. года такие сделки имели фиктивно-теневой характер: дом оформляли на местного жителя [10].

Активное строительство дач в пригородной зоне города Тамбова началось в 1950-е годы на территории пригородного леса – излюбленного места отдыха жителей города, расположенного на правом берегу реки Цны. Земельные участки выдавались персоналу предприятий стремительно растущего промышленного сектора города, таких как заводы «Ревтруд» и «Электроприбор», Тамбовский вагоноремонтный завод, химический комбинат «Пигмент» и др., номенклатурным и ведомственным работникам. Места работы и профессии владельцев дачных участков нашли отражение в названиях современных садовых некоммерческих товариществ: «Ревтруд-1», «Вагонник ТВРЗ», «Железнодорожник», «Химик-НИХИ», «Строитель», «Пищевик» и т.д. Во второй половине советского периода развития дачной субурбанизации города Тамбова сформировались несколько кластеров садово-дачной застройки, которые в дальнейшем только расширялись (см. рисунок 1).

Наиболее высокая концентрация дачных участков именно на территории пригородного леса обусловлена двумя важнейшими факторами: удобством транспортной доступности благодаря одной из крупнейших автомагистралей города – Рассказовскому шоссе, и высокому рекреационному потенциалу территории. Также дачные участки появились в районах деревни Перикса, сел Донское, Татаново, Борщовка и Эксталь, города Котовска, который до 1940 года был промышленным пригородом Тамбова. Немаловажной особенностью пространственной организации садоводческих товариществ этого периода является их размещение на берегах рек: для пригородного леса, Периксы, Донского, Татаново и Котовска – это река Цна, для Борщовки – р. Большая Липовица, для села Эксталь – р. Эксталь.





Рис. 1 – Зоны размещения дачных участков Притамбовья в советском периоде

В постсоветском периоде развития дачного хозяйства происходит функциональное слияние садоводческих, огороднических и дачных товариществ. Итогом этого процесса стал принятый в 1998 году Федеральный закон № 66-ФЗ «О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан», определявший три типа организации дачного хозяйства – дачные, садоводческие и огороднические некоммерческие объединения граждан [15]. В 1990-х годах в России начинается так называемый «дачный бум»: покупка-продажа дач и земельных участков становится свободной, их количество значительно увеличивается, а стоимость стремительно растет, причем, ключевую роль для ценности участка играет именно земля, значение построек гораздо ниже. По данным всероссийских сельскохозяйственных переписей, в Российской Федерации к 2006 году насчитывалось более 80 тысяч различных некоммерческих объединений граждан, но к 2016 году их количество снизилось до 76 тысяч [12], [13] (см табл. 1). Доминирующим типом организации дачного хозяйства стали садоводческие некоммерческие объединения, огороднические и дачные количественно уступают им в десятки раз. В 2006 году в стране еще существовали животноводческие некоммерческие объединения, устаревшие с точки зрения законодательства, и к 2016 году все представители этого типа организации дачного хозяйства были расформированы или реорганизованы в другой тип. Такая же участь в ближайшем будущем ждет и дачные объединения, так как Федеральный закон «О ведении

гражданами садоводства и огородничества для собственных нужд и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступивший в силу с 2019 года, определяет только два типа организации дачного хозяйства – садоводческие и огороднические [14].

Таблица 1 – Итоги Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 гг.

	Всего	из них			
		Садоводческие объединения	Огороднические объединения	Животноводческие объединения	Дачные объединения
Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2006 года					
Число некоммерческих объединений граждан	80348	73341	5536	430	1041
Число некоммерческих объединений граждан, осуществлявших сельскохозяйственную деятельность в 2006 г.	74499	68582	4728	208	981
Удельный вес некоммерческих объединений граждан, осуществлявших сельскохозяйственную деятельность в 2006 г. (в процентах от общего числа некоммерческих объединений граждан соответствующего вида)	92,7	93,5	85,4	48,4	94,2
Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 года					
Число некоммерческих объединений граждан	75945	67303	2818	-	5824
Число некоммерческих объединений граждан, осуществлявших сельскохозяйственную деятельность в I полугодии 2016 г.	67571	61289	2202	-	4080
Удельный вес некоммерческих объединений граждан, осуществлявших сельскохозяйственную деятельность в I полугодии 2016 г. (в процентах от общего числа некоммерческих объединений граждан соответствующего вида)	89	91,1	78,1	-	70,1
Количество земельных участков в некоммерческих объединениях граждан (тысяч)	12792,9	11741,2	307,9	-	743,8
Количество земельных участков в среднем на одно объединение	168	174	109	-	128

Еще одной характерной особенностью постсоветского периода развития дачного хозяйства является начало широкого распространения коттеджных поселков. В отличие от традиционных дач, коттеджи выполняют, как правило, исключительно селитебную и рекреационную функции, служат для постоянного проживания или как место отдыха для жителей города.

Разрастающаяся пространственная экспансия дач привела к появлению ряда проблем, таких как: чрезмерная нагрузка на транспортные сети из-за маятниковой миграции владельцев дачных участков, деградация природных экосистем, стагнация развития местной инфраструктуры из-за сезонности пребывания горожан в загородных домах, постепенное разрушение культурного ландшафта пригородов.

Развитие дачной субурбанизации города Тамбова в постсоветский период происходило, в целом, в соответствии с общероссийскими тенденциями. Возникшие в Советском Союзе территории дачной застройки расширялись, часть участков, полученных владельцами в советском периоде, оказались в черте города из-за изменения административно-

территориальных границ Тамбова. Параллельно с этим появлялись новые центры концентрации дачных хозяйств. Массив из более чем 80 СНТ растянулся на север от деревни Малиновка 1-я в трех километрах от черты города. Менее крупные массивы сформировались в районе села Кузьмино-Гать (7 СНТ), деревни Федоровка (8 СНТ), села Красновободное (14 СНТ). Единичные садоводческие некоммерческие товарищества встречаются вдоль трассы Р-22 «Каспий», а также в районах поселка городского типа Новая Ляда, сел Горелое, Стрельцы и Пушкири (см. рисунок 2). Согласно Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года на территории пригородной зоны города Тамбова находится 395 садоводческих некоммерческих товарищества [13]. Огороднические некоммерческие товарищества в пригородной зоне не представлены.

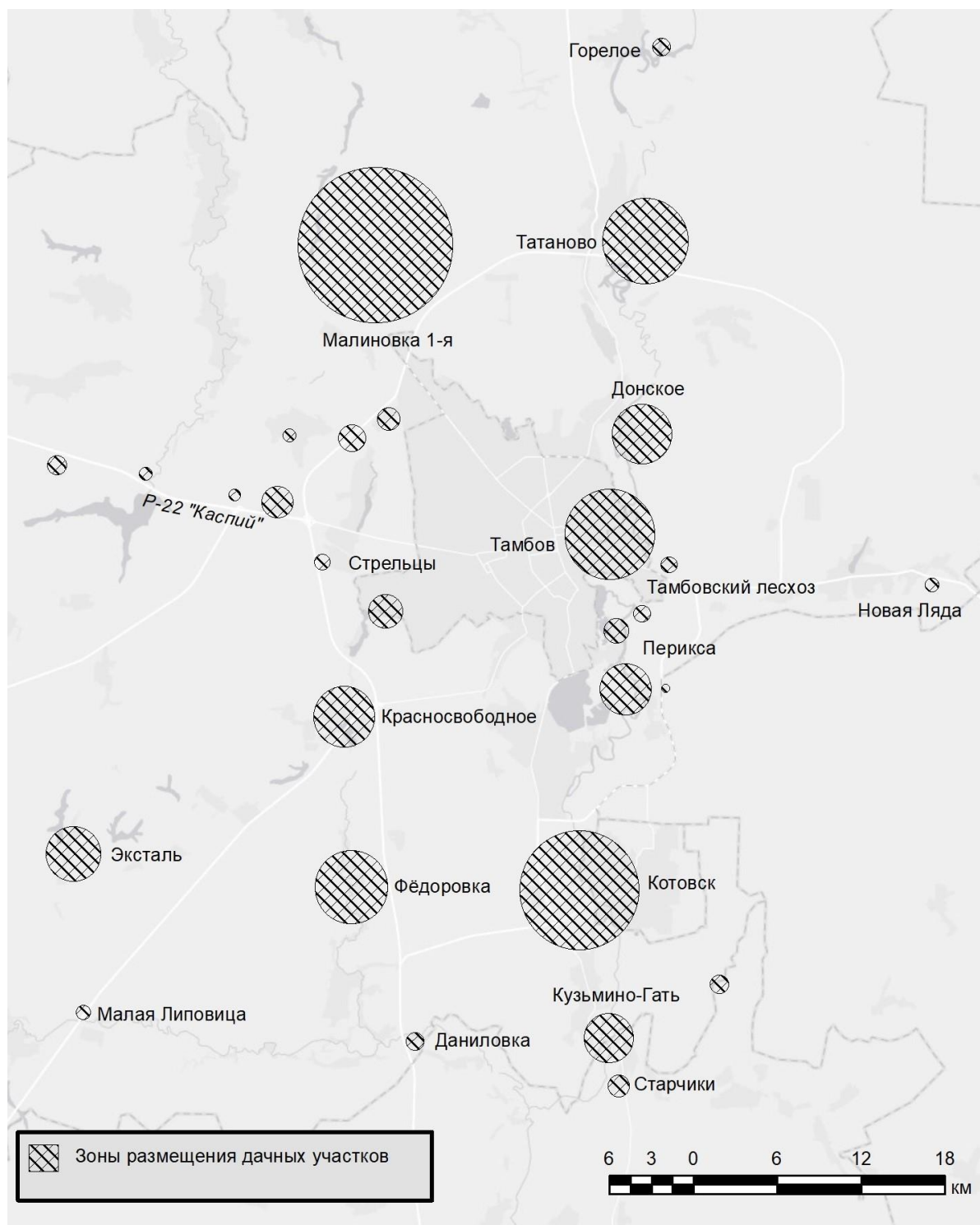


Рис. 2 – Зоны размещения дачных участков Притамбовья в постсоветском периоде

Помимо СНТ, на этом периоде развития, в зоне субурбанизации Тамбова возник ряд коттеджных поселков. Большинство их сконцентрировано в северо-западном направлении: «Северный», «Малиновка», «Звездный», «Комсомолец», «Дубки», «Радужный», «Солнечный» и другие. Также коттеджные поселки есть в районах поселка городского типа Новая Ляда и села Бокино. Как правило, состоят такие поселки из двухэтажных кирпичных домов с небольшой приусадебной территорией, иногда с подсобными строениями. Стоимость участков и домов на них в коттеджных поселках достигает десятков миллионов рублей.

Современные дачи в пригородной зоне города Тамбова сохранили, как правило, свой традиционный облик и функционал. Малоэтажные, в основном, деревянные дома с прилегающей огородной и садовой территорией служат своим владельцам местом временного проживания в выходные и праздничные дни, выполняя, в первую очередь, рекреационную функцию. Выращивание урожая на дачных участках стало скорее хобби и продиктовано привычкой старшего поколения или стремлением к экологичности потребляемых продуктов.

По данным исследовательской группы «Циркон», значимое большинство горожан, задумывающихся о переезде в сельскую местность, в качестве вариантов рассматривают переселение на дачи и в коттеджные поселки, причем 58% опрошенных рассматривают такую возможность для сезонного проживания, а 43% – для круглогодичного [1]. Во время карантина весны 2020 года, вызванного распространением вируса COVID-19, многие горожане, переведенные на удаленную работу, предпочли провести самоизоляцию на дачах и в загородных домах, вдали от плотно населенных городов. И так как современные тенденции на внедрение дистанционных форматов работы и стремление к экологичному образу жизни активно развиваются, будет расти и популярность дач и загородных домов у населения, как для сезонного, так и для постоянного проживания.

### Выводы

Процесс формирования дачной субурбанизации Притамбовья, во многом схожий с подобными процессами других регионов, имеет и свои характерные особенности. Став массовым явлением в 50-х годах прошлого века, дачная экспансия продолжается до сих пор, охватывая все новые территории. Начавшись в зоне пригородного леса, дачная застройка распространилась во всех направлениях от Тамбова, увеличиваясь как количественно, так и качественно. На пространственную организацию тамбовских СНТ оказали влияние такие факторы, как развитость инфраструктуры, транспортная сеть и рекреационный потенциал территорий.

За годы развития дачи сильно изменились как внешне, так и функционально. Все чаще «традиционные» деревянные дачные дома, малоприспособленные для круглогодичного проживания, уступают место капитальным каменным постройкам – полноценным загородным жилищам. Снижается значение сельскохозяйственной функции дач, гораздо важнее становится рекреационная функция. А рост числа коттеджных поселков, не предусматривающих ведения жителями сельского хозяйства, свидетельствует о том, что современным людям загородные дома необходимы, в первую очередь, как места отдыха и второе жилье, вдали от плотно населенных городов.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Войнилов Ю.Л. Из города в село: переселения горожан в сельскую местность / Ю.Л. Войнилов, Д.В. Мальцева, Л. Шубина // Векторы развития современной России. «Война миров»: научное знание/прагматика жизни: Материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых ученых, 17–18 апреля 2015 года, г. Москва / сборник материалов / под общ. ред. М.Г. Пугачевой. — М. : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2016. — С. 53-66.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая)" от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 08.12.2020)
3. Дачи и дачная жизнь в Российской империи [Электронный ресурс] / – URL: statehistory.ru. (дата обращения: 31.01.2021).
4. Демидова Ю.А. Современные подходы к изучению дач и экопоселений / Ю.А. Демидова // Вестник Московского Университета. Серия 8. История – 2017 - №5 – С. 98-107.
5. Казаков С.Г. Экономико-географические особенности Курских дач / С.Г. Казаков // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки – 2019 - №1 – С. 92-102.
6. Малинова-Тзияфета О.Ю. Из города на дачу: социокультурные факторы освоения дачного пространства вокруг Петербурга (1860–1914) / О.Ю. Малинова-Тзияфета. Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге. СПб, 2013. 336 с.
7. Мезенцев К. В. Взаимодействие «город–сельская местность»: от урбанизации к пост-субурбанизации / К. В. Мезенцев, Т. Ключко // Материалы международной научной конференции «Социально-экономическая география в XXI веке: вызовы и возможные ответы. – 2013. – Т. 14. – С. 168-174
8. Нефедова Т.Г. Горожане и дачи / Т.Г. Нефедова // Отечественные записки – 2012 - №3.
9. Нефедова Т.Г. Между домом... и домом. Возвратная пространственная мобильность населения России / Т.Г. Нефедова ; ред. Т.Г. Нефедовой, К.В. Аверкиевой, А.Г. Махровой– М. : Новый хронограф, 2016. – 504 с.
10. Нефедова Т.Г. Второе загородное жилье горожан в России и Украине: эволюция дач и тренды их современных изменений / Т.Г. Нефедова, И.Г. Савчук // Известия РАН. Серия географическая – 2014 - №4 – С. 39-49.
11. Овчинцева Л.А. Экономическое значение и социальная роль садовых товариществ / Л.А. Овчинцева // Региональная экономика: теория и практика – 2012 - №3 (234) – С. 50-55.
12. Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г. М.: Статистика России. 2008.
13. Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. М.: Статистика России. 2018.
14. Федеральный закон "О ведении гражданами садоводства и огородничества для собственных нужд и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 29.07.2017 N 217-ФЗ.
15. Федеральный закон "О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан" от 15.04.1998 N 66-ФЗ.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Vojnilov Ju.L. Iz goroda v selo: pereselenija gorozhan v sel'skuju mestnost' [From the city to the village: the resettlement of citizens in the countryside] / Ju.L. Vojnilov, D.V. Mal'ceva, L. Shubina // Vektory razvitija sovremennoj Rossii. «Vojna mirov»: nauchnoe znanie/pragmatika zhizni: Materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj

- konferencii molodyh uchenykh, 17–18 aprelja 2015 goda, g. Moskva [Vectors of development of modern Russia. "War of the Worlds": Scientific knowledge/Pragmatics of Life: Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, April 17-18, 2015, Moscow] / sbornik materialov / ed. M.G. Pugachevoj. — M.: Publishing house "Delo" Rankhigs, 2016. — pp. 53-66. [in Russian]
2. Grazhdanskiy kodeks Rossijskoj Federacii (chast' pervaya) [Civil Code of the Russian Federation (Part One)] of 30.11.1994 N 51-FZ. [in Russian]
3. Dachy i dachnaya zhizn' v Rossijskoj imperii [Dachas and country life in the Russian Empire] [Electronic resource] / – URL: statehistory.ru. (accessed: 31.01.2021). [in Russian]
4. Demidova Ju.A. Sovremennye podhody k izucheniju dach i jekoposelenij [Modern approaches to the study of dacha ecovillages] / Ju.A. Demidova // Vestnik Moskovskogo Universiteta. Serija 8. Istorija [Bulletin of the Moscow University. Series 8. History] – 2017 - №5 – p. 98-107. [in Russian]
5. Kazakov S.G. Jekonomiko-geograficheskie osobennosti Kurskih dach [Economic and geographical features of the Kursk dachas] / S.G. Kazakov // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki [Bulletin of the Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences] – 2019 - №1 – p. 92-102. [in Russian]
6. Malinova-Tziafeta O.Ju. Iz goroda na dachu: sociokul'turnye faktory osvoenija dachnogo prostranstva vokrug Peterburga (1860–1914) [From the city to the dacha: socio-cultural factors of the development of the dacha space around St. Petersburg (1860-1914)] / O.Ju. Malinova-Tziafeta. Publishing House of the European University in St. Petersburg. SPb, 2013. 336 p. [in Russian]
7. Mezencev K. V. Vzaimodejstvie «gorod–sel'skaya mestnost'»: ot urbanizacii k post-suburbanizacii [Urban-rural interaction: from urbanisation to post-suburbanisation] / K. V. Mezencev, T. Klyujko // Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Social'no-ekonomicheskaya geografiya v XXI veke: vyzovy i vozmozhnye otvety [Proceedings of the International Scientific Conference " Socio-economic Geography in the XXI Century: Challenges and Possible Answers] - 2013. – Vol. 14. – p. 168-174. [in Russian]
8. Nefedova T.G. Gorozhane i dachy [Citizens and dachas] / T.G. Nefedova // Otechestvennye zapiski [Domestic notes] – 2012 - №3. [in Russian]
9. Nefedova T.G. Mezhdum domom... i domom. Vozvratnaja prostranstvennaja mobil'nost' naselenija Rossii [Between the house... and the house. Recurrent spatial mobility of the Russian population] / T.G. Nefedova; ed. T.G. Nefedovoj, K.V. Averkievoj, A.G. Mahrovov – M. : New chronograph, 2016. – 504 p. [in Russian]
10. Nefedova T.G. Vtoroe zagorodnoe zhil'e gorozhan v Rossii i Ukraine: jevoljucija dach i trendy ih sovremennykh izmenenij [The second suburban housing of citizens in Russia and Ukraine: the evolution of dachas and trends of their modern changes] / T.G. Nefedova, I.G. Savchuk // Izvestija RAN. Serija geograficheskaja [Izvestiya RAS. Geographical series] – 2014 - №4 – p. 39-49. [in Russian]
11. Ovchinceva L.A. Jekonomicheskoe znachenie i social'naja rol' sadovykh tovarishhestv [Economic significance and social role of garden associations] / L.A. Ovchinceva // Regional'naja jekonomika: teorija i praktika [Regional economy: theory and practice] – 2012 - №3 (234) – p. 50-55. [in Russian]
12. Osnovnye itogi Vserossijskoj sel'skohoz'jajstvennoj perepisi 2006 g. [Main results of the All-Russian Agricultural Census of 2006] M.: Statistika Rossii [Statistics Of Russia]. 2008. [in Russian]
13. Osnovnye itogi Vserossijskoj sel'skohoz'jajstvennoj perepisi 2016 g. [Main results of the All-Russian Agricultural Census of 2006] M.: Statistika Rossii [Statistics Of Russia]. 2018. [in Russian]
14. Federal'nyj zakon "O vedenii grazhdanami sadovodstva i ogorodnichestva dlja sobstvennykh nuzhd i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii" [Federal Law “On the Conduct of Gardening and Horticulture by Citizens for their Own Needs and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation”] of 29.07.2017 N 217-FZ. [in Russian]
15. Federal'nyj zakon "O sadovodcheskih, ogorodnicheskikh i dachnykh nekommercheskikh ob#edinenijah grazhdan" [Federal Law " On Horticultural, Horticultural and Dacha Non-Profit Associations of Citizens"] of 15.04.1998 N 66-FZ. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.027>**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ СУШИ В ЛЕСНОЙ, ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНАХ РОССИИ ЗА МЕСЯЦЫ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА ГОДА**

Научная статья

**Постников А.Н.\***

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

\* Корреспондирующий автор (apostnikkk[at]mail.ru)

**Аннотация**

Предлагается метод расчета испарения с поверхности суши за месяцы теплого периода года. Для применения метода необходимы данные о дефиците влажности воздуха и атмосферных осадках. Расчетная формула представляет собой произведение испаряемости и функции увлажнения почвы, содержащей информацию об осадках за расчетный период и о способной испаряться почвенной влаге на начало этого периода. Испаряемость определяется как функция дефицита влажности воздуха. Установлено, что испарение за месяц не следует рассчитывать сразу по месячным определяющим величинам, так как это приводит к заметным погрешностям, лучше рассчитать декадные его значения по предлагаемому методу, сложить их и определить испарение за месяц. Второй путь заметно снижает погрешность определения месячного испарения. Результаты расчета сравнивались с испарением, определенным методом почвенных испарителей. Средняя относительная погрешность определения испарения по предлагаемому методу за месяц составляет около 20%, а за теплый период года – около 10%.

**Ключевые слова:** испарение с почвы, месяц, теплый период года, осадки, дефицит влажности воздуха.

**METHOD FOR DETERMINING EVAPORATION FROM THE LAND SURFACE IN THE FOREST, FOREST-STEPPE AND STEPPE ZONES OF THE RUSSIAN FEDERATION DURING THE MONTHS OF THE WARM SEASON**

Research article

**Postnikov A.N.\***

Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia

\* Corresponding author (apostnikkk[at]mail.ru)

**Abstract**

A method for calculating evaporation from the land surface during the months of the warm season is proposed. The calculation formula is the product of the evaporation rate and the soil moisture function, which contains information about precipitation for the calculation period and about the soil moisture that can evaporate at the beginning of this period. Evaporation is defined as a function of the lack of humidity in the air. It is established that the evaporation for a month should not be calculated immediately by the monthly determining values, it is better to calculate its decadal values according to the proposed method, add them up and determine the evaporation for a month. The second way significantly reduces the error in determining the monthly evaporation. The results of the calculation were compared with the evaporation determined by the method of soil evaporators. It was found that the average relative error in determining evaporation by the proposed method for a month is about 20%, and for the warm period of the year-about 10%. These estimates seem to make it possible to recognize the proposed method as suitable for practical use.

**Keywords:** evaporation from the soil, month, warm season, precipitation, lack of humidity.

**Введение**

Испарение с поверхности суши является одной из важнейших составляющих водного баланса речных бассейнов и отдельных участков земной поверхности. Поэтому желательно иметь методы расчета испарения, достаточно надежные и вместе с тем легко доступные для использования, базирующиеся на данных наблюдений гидрометеорологической сети и не требующих регулярных, сложных, трудоемких, а порой и технически неосуществимых измерений для получения информации, необходимой для расчета испарения по тому или иному методу.

Предлагаемый в данной работе метод базируется на схеме расчета испарения и ее модификациях, предложенных автором в работах [1], [2]. Приведем необходимые для дальнейшего изложения сведения из этих работ. Представим себе, что на некоторой территории после схода снежного покрова долго, может быть в течение всего теплого периода, отсутствуют осадки. Тогда график интегрального испарения в прямоугольных осях  $\tau$  – время и  $\Sigma E$  – сумма испарения может быть представлен кривой, выходящей из начала координат под некоторым наклоном, непрерывно уменьшающимся с течением времени, и асимптотически приближающейся к некоторому пределу, назовем его  $EE$ . Величина  $EE$  – это то количество влаги, которое в течение длительной засухи данная почва может отдать на испарение. В работе [1] по материалам наблюдений по почвенным испарителям на Нижнедевицкой водно-балансовой станции и Дубовской ГМО за засушливые теплые периоды 1972 и 1975 гг. была получена подобная кривая. Различие заключалось в том, что по оси ординат откладывалось не время, а сумма среднесуточного дефицита влажности воздуха (гПа), которая, по мнению автора, и определяла испарение за период без осадков.

Полученная кривая была названа «кривой иссушения», а величина  $EE$  оказалась равной 140 мм. С использованием «кривой иссушения» был разработан метод расчета испарения за теплый период года в лесной, лесостепной и степной зонах СССР. Применение этого метода давало достаточно удовлетворительные результаты [1], но в использовании он был довольно сложным и трудоемким. Поэтому в работе [2] была предложена его модификация на языке программирования Турбо Паскаль 7, по которой испарение за месяц рассчитывалось со средней квадратичной

погрешностью 20%, а испарение за теплый период с погрешностью 9–10 %. Эта модификация метода применялась в работе [3] при расчете запасов влаги методом водного баланса в первом метровом слое почво-грунтов в названных выше природных зонах. Сравнение рассчитанных и измеренных влагозапасов в лесостепной и степной зонах было проведено в общей сложности на 431 дату, а в лесной – на 259 дат. Средняя относительная погрешность расчета влагозапасов составила 7–8% и не превышала 15% в 91% случаев в лесостепной и степной зонах и в 84% случаев – в лесной. Такие результаты определения влагозапасов, по-видимому, можно считать удовлетворительными, что, в частности, свидетельствует о надежности использованного метода расчета испарения. При использовании метода необходимо знать суточные значения дефицита влажности воздуха  $d$  и осадков  $P$ . Однако, в настоящее время данные по дефициту влажности воздуха не публикуются ни на бумажных, ни на электронных носителях. Из всех характеристик влажности воздуха публикуются только [4] средние за месяц значения парциального давления водяного пара в воздухе, по которым при наличии средней за месяц температуры воздуха, можно определить приближенное значение среднемесячного дефицита влажности воздуха  $D$ . В работе [5] была предпринята попытка замены суточных значений  $d$  значениями  $D$ , т.е. считалось, что в каждый день месяца  $d = D$ . Оказалось, что оценки полученных результатов определения испарения практически совпадают с оценками, полученными в работе [2]. Таким образом, рассматриваемый метод может быть использован для расчета испарения и в современных условиях. При использовании метода требуется вычислять ежедневные значения испарения и затем суммировать их за нужные интервалы времени. Это сложная и трудоемкая работа, и выполнение ее требует применения компьютера и наличия программы на том или ином языке программирования. Тексты таких программ на языках Турбо Паскаль и C++ можно найти соответственно в работах [2], [3], [5].

### Описание предлагаемого метода

В настоящей работе предлагается эмпирический метод определения испарения с почвы в теплую часть года, основанный на связи испарения с дефицитом влажности воздуха, атмосферными осадками и влажностью почвы. В основе его лежит зависимость вида

$$E = K(w)E_0, \quad (1)$$

где  $E$  – испарение;  $K(w)$  – функция от влажности почвы;  $E_0$  – испаряемость. В нашей стране с половины прошлого столетия известны подобные методы, разработанные М.И. Будыко и Л.И. Зубенок (комплексный метод) [6], [7], В.Г. Андреяновым [8], С. И. Харченко (тепловоднобалансовый метод) [9]. Перечисленные методы требуют значительного количества исходных данных и достаточно трудоемки в использовании при определении значений  $K(w)$ .

В настоящей работе предлагается более простая модель расчета испарения за назначенные интервалы времени, при использовании которой достаточно наличия калькулятора и которую можно представить в виде уравнения (1) при условии, что

$$K(w) = \frac{140 - \sum E_{i-1} + \sum P_{i-1} + P_i}{140} \quad (2)$$

где  $\sum E_{i-1}$  и  $\sum P_{i-1}$  – соответственно суммы испарения и осадков от даты начала расчета в данном теплом периоде до начала расчетного ( $i-20$ ) интервала времени;  $P_i$  – сумма осадков за расчетный интервал времени; константа 140 представляет собой предельное значение слоя влаги (мм), которая может испариться из почвы за продолжительное время без осадков, об этой величине говорилось выше. Сумма трех первых членов в числителе (2) представляет остаток почвенной влаги, пригодной для испарения на начало расчетного интервала времени. Таким образом, числитель в выражении для  $K(w)$  представляет собой суммарную влагу, могущую участвовать в процессе испарения в расчетный ( $i$ -ый) интервал времени. Необходимо отметить, что в данной работе, как и в упомянутых выше работах автора, общий запас влаги в первом метровом слое почво-грунтов вскоре после схода снежного покрова ежегодно считается равным наименьшей влагоемкости [10], а расчет по формулам (1) и (2) начинается с начала первого месяца теплого периода, т.е. месяца, средняя температура за который не отрицательна. При использовании (1) и (2) необходимо придерживаться следующих правил:

- считать, что  $E = E_0$  за две декады теплого периода;
- если числитель в выражении  $K(w)$  становится равным или более 140 (влажность почвы равна или превысила значение наименьшей влагоемкости, почва не может удерживать этот избыток влаги и отдает его на сток), то  $K(w)=1$ ,  $E_i = E_{0i}$  за данный  $i$ -ый расчетный интервал времени; при расчете за следующий ( $i+1$ )-ый интервал времени прежние значения  $\sum E_{i-1}$  и  $\sum P_{i-1}$  обнуляются, и за следующий ( $i+1$ )-ый интервал  $K(w) = (140 - E_{0i} + P_{i+1})/140$ ; далее снова начинается накопление величин  $\sum E$ , начиная с  $E_{0i}$ , и  $\sum P$ , начиная с  $P_{i+1}$ ;
- значение  $E_0$  для первого месяца теплого периода, а также после первого октября определяется по формуле автора [11]

$$E_0 = 0,44 \sum d, \quad (3)$$

а за остальные месяцы по формуле А.М. Алпатьева [12]

$$E_0 = 0,65 \sum d. \quad (4)$$

Предлагаемый метод расчета испарения, в принципе, похож на комплексный метод, рекомендованный к применению в нашей стране [13], но он заметно проще в применении и требует значительно меньше исходной

информации. Для получения отдельных видов последней здесь не требуется прибегать к несколько искусственным приемам, как это делается при применении комплексного метода. Например, в ряде случаев при использовании комплексного метода для определения начальной влажности почвы ее расчет начинают с «двухлетней заблаговременностью с тем, чтобы к началу заданного расчетного года получить выравненные методом приближения данные о запасах влаги» [13]. Или, при отсутствии измеренных месячных значений речного стока «допускается годовой сток распределять по месяцам теплого периода пропорционально месячным осадкам» [13].

### Результаты

В таблице 1 приводятся состав водно-балансовых станций, количество месяцев и теплых периодов, по которым проводились расчеты испарения в данной работе. При расчетах были использованы данные наблюдений за ряд лет периода 1967–1985 гг. по каждой станции, указанной в таблице 1.

Таблица 1 – Состав водно-балансовых станций и периодов, по которым проводились расчеты в данной работе

Станция, ее местоположение	Количество	
	месяцев	теплых периодов
Лесная зона		
Валдайская, Новгородская обл.	47	8
Подмосковная, Московская обл.	30	6
Прибалтийская, Латвия	28	5
Лесостепная зона		
Нижедевицкая, Курская обл.	41	6
Каменная Степь, Тамбовская обл.	48	7
Придеснянская, Белоруссия	42	6
Степная зона		
Дубовская, Ростовская обл.	38	5
Велико-Анадольская, Украина	53	8
Всего	327	51

Расчет месячных величин испарения с применением формул (1) и (2) проводился в двух вариантах, каждый из которых распадался на несколько случаев. Рассмотрим случаи первого варианта расчета.

В первом случае расчетным интервалом считался месяц. Испарение за месяц определялось по месячным суммам  $d$  и  $P$  ( $E_{\text{мес}}$ ), при этом считалось, что за первый месяц теплого периода  $E = E_0$ . В остальных трех случаях расчетными интервалами были соответственно десятидневные, пятидневные и суточные, т.е. испарение сначала рассчитывалось по формулам (1) и (2) соответственно за десятидневные, пятидневные и суточные интервалы времени. Затем посредством суммирования определялись месячные величины испарения, обозначенные соответственно  $E_{1-10}$ ,  $E_{1-5}$ ,  $E_{\text{сут}}$  (табл. 2, столбцы 2–4).

Таблица 2 – Статистические характеристики результатов расчета месячного испарения

Статистические характеристики	$E_{\text{мес}}$	$E_{1-10}$	$E_{1-5}$	$E_{\text{сут}}$	$E_{2-10}$	$E_{2-5}$	$E_{\text{набл}}$
$E_{\text{ср}}$ , мм	65	60	61	58	63	63	61
$AP$ , мм	22	11	11	11	12	12	
$AP/E_{\text{ср}}$ , %	36	18	18	18	20	20	
$OP$ , %	41	23	23	22	24	24	
$R$	0,79	0,89	0,89	0,89	0,88	0,89	

В таблице 2  $E_{\text{набл}}$  – испарение наблюдаемое;  $E_{\text{ср}}$  – среднемесячное испарение;  $AP$  – средняя абсолютная погрешность;  $OP$  – средняя относительная погрешность, определенная как среднее от суммы ежемесячных относительных погрешностей;  $R$  – коэффициент корреляции между рассчитанным и наблюдаемым месячным испарением.

Данные таблицы 2 показывают, что наименее удовлетворительные результаты получаются в первом случае при расчете месячного испарения по средним за месяц величинам  $d$  и  $P$ . По-видимому, это можно объяснить недоучетом характера распределения определяющих величин  $d$  и  $P$  внутри месячного интервала времени. Например, важно учитывать, когда и как выпадали осадки – в начале или в конце месяца, или они равномерно распределялись во времени. В зависимости от этого, значения испарения за месяц могут заметно различаться. Поэтому, с целью уменьшения погрешности определения месячного испарения, месячный интервал следует разделить на части, например, декады, для которых производить расчет значений испарения по формуле (1) и затем складывать эти значения для определения испарения за месяц. При использовании  $d$  и  $P$ , осредненными за более малые периоды, оценки результатов расчета резко улучшаются и практически не зависят от того, за какой период осреднялись значения  $d$  и  $P$ , использованные при определении месячных значений испарения. Отсюда следует очевидный вывод о том, что при оценке месячных значений испарения по предлагаемому методу не следует использовать средние за месяц значения  $d$  и  $P$  в качестве определяющих факторов. Нужно уменьшать период осреднения этих величин. Полученные результаты показывают, что оптимальным периодом осреднения надо считать декаду, так как уменьшение этого периода не улучшает оценки расчетов, а только увеличивают трудозатраты при их проведении.



Данные таблицы 2 показывают, что при применении среднедекадных величин  $d$  и  $P$  рассчитанные и наблюдаемые ( $E_{\text{набл}}$ ) средние практически совпадают, составляя соответственно 60 и 61 мм. Средняя абсолютная погрешность расчета равна 11 мм, что составляет 18% от среднего значения. Если же оценивать среднюю относительную погрешность, определенную как среднее от суммы ежемесячной относительной погрешности, то она оказывается равной 23%. Отсюда можно заключить, что средняя относительная погрешность расчета месячного испарения по предлагаемому методу близка к 20%. Так обстоит дело, если в нашем распоряжении есть данные о ежедневных или ежедекадных величинах  $d$  и  $P$ . Однако, как уже говорилось выше, в настоящее время мы такой возможностью не располагаем. Поэтому перейдем ко второму варианту проведенных в работе расчетов.

В качестве исходных данных здесь использовались средние месячные значения  $D$  и месячные суммы осадков  $P$ . Расчет испарения по формулам (1) и (2) производился за декады, при этом в качестве суммы декадных значений дефицита влажности воздуха и осадков использовались соответственно величины  $10D$  и  $P/3$ . Затем декадные величины испарения суммировались и определялось испарение за конкретный месяц ( $E_{2-10}$ ).

Во втором случае расчет испарения проводился за пятидневки. Здесь в качестве суммы пятидневных значений дефицита влажности воздуха и осадков использовались соответственно величины  $5D$  и  $P/6$ . Затем пятидневные величины испарения суммировались и определялось испарение за месяц ( $E_{2-5}$ ). Нужно отметить, что в настоящей работе для упрощения вычислений, считалось, что каждый месяц состоит из тридцати дней. Оценки результатов расчета приведены в таблице 2 в столбцах 6 и 7. Эти оценки незначительно хуже, чем в соответствующих случаях первого варианта, поэтому их можно признать удовлетворительными, а предлагаемый метод – пригодным для оценки месячного испарения в лесной, лесостепной и степной зонах посредством расчета декадных величин испарения и последующим их суммированием.

В работе проводились также оценки испарения за теплые периоды года путем суммирования рассчитанных месячных величин. Под теплым периодом года в данной работе понимался период, в течение которого проводились наблюдения по почвенным испарителям. В таблице 3 приведены статистические оценки полученных результатов. Здесь использованы те же обозначения, что и в таблице 2.

Таблица 3 – Статистические оценки расчета испарения за теплые периоды года

Статистические характеристики	$E_{\text{мес}}$	$E_{1-10}$	$E_{1-5}$	$E_{2-10}$	$E_{2-5}$	$E_{\text{набл}}$
$E_{\text{ср}}$ , мм	424	383	393	411	405	386
$AP$ , мм	46	32	32	39	32	
$AP/E_{\text{ср}}$ , %	12	8	8	10	9	
$OP$ , %	13	9	9	11	10	
$R$	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	

Данные табл. 3 показывают, что если расчет испарения проводить за декадные интервалы времени с последующим его суммированием, то относительная погрешность определения испарения за теплый период года составит 8–9% по первому варианту расчета и 10–11% – по второму. Оценки испарения, как за теплый период года, так и за месяц, по первому варианту возможны, примерно, до 1985 г., а за более позднее время применим только второй вариант.

## Выводы

Предлагается метод определения испарения за месячные интервалы времени, который можно рассматривать как упрощенную модификацию метода, предложенного в ранее опубликованных работах автора. В предлагаемом методе испарение определяется как некоторая доля от испаряемости, определяемая влагосодержанием метрового слоя почвы. По этому признаку этот метод похож на комплексный метод, предложенный в середине прошлого столетия М.И. Будыко и Л.И. Зубенок, но он не требует введения достаточно искусственных гипотез для определения некоторых исходных данных, как при использовании комплексного метода, и заметно проще в практическом использовании. При использовании в качестве исходных данных корректно определенных суточных значений дефицита влажности воздуха и осадков (первый вариант) средняя относительная погрешность определения месячного испарения составляет 20%. В том случае, когда известны данные только по средним за месяц значениям температуры воздуха и парциального давления водяного пара в воздухе, а также о месячных суммах осадков, погрешность расчета увеличивается на 2–3%. При определении испарения за теплый период года погрешность составляет около 10%. Приведенные значения погрешностей позволяют, по нашему мнению, признать предлагаемый метод пригодным для практического использования при проведении оценок испарения как за отдельные месяцы, так и за теплые периоды года в лесной, лесостепной и степной зонах России. При использовании метода по уравнению (1) определяются декадные значения испарения, которые затем суммируются в значения месячного испарения.

## Конфликт интересов

Не указан.

## Conflict of Interest

None declared.

## Список литературы / References

1. Постников А.Н. Схема расчета испарения с поверхности почвы в лесостепной и степной зонах ЕТС / А.Н. Постников // Труды ГГИ. – 1977. Вып. 233. С. 87–96.
2. Постников А.Н. Метод расчета испарения с почвы в различных природных зонах / А.Н. Постников // Ученые записки РГГМУ. – 2009. – №10. – С. 21–31.

3. Постников А.Н. Оценка запасов влаги в верхнем слое зоны аэрации в теплую часть года методом водного баланса / А.Н. Постников // Ученые записки РГГМУ. – 2014. – №37. – С. 37–44.
4. Доступ к данным // [Электронный ресурс]. – URL: [meteo.ru/data](http://meteo.ru/data). (дата обращения: 12.03.2021)
5. Постников А.Н. Метод расчета испарения с поверхности суши за теплый период года в различных природных зонах / А.Н. Постников // Евразийское научное объединение. – 2018. – №11(45). – С. 156–160.
6. Будыко М.И. Об определении испарения с поверхности суши / М.И. Будыко // Метеорология и гидрология. – 1955. – №1. – С. 52–58.
7. Зубенко Л.И. Испарение на континентах / Л.И. Зубенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 264 с.
8. Методические указания управлениям Гидрометслужбы № 89. Составление водных балансов речных бассейнов. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 96 с.
9. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель / С.И. Харченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 373 с.
10. Леонова Н.Е. Временная и пространственная изменчивость влагозапасов почвы в правобережной части Верхнего Дона / Н.Е. Леонова // Труды ГГИ. – 1974. – Вып. 214. – С. 184–200.
11. Постников А.Н. К методике расчета испарения в период снеготаяния и половодья в Центрально-Черноземных областях ЕТС / А.Н. Постников // Труды ГГИ. – 1974. – Вып. 214. – С. 70–83.
12. Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений / А.М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 248 с.
13. Рекомендации по расчету испарения с поверхности суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 96 с.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Postnikov A.N. Shema rascheta ispareniya s poverhnosti pochvi v lesostepnoy i stepnoy zonah Evropeyskoy territorii Soyuz [Scheme of calculation of evaporation from the soil surface in the forest-steppe and steppe zones of the ETC] / A.N. Postnikov // Trudy Gosudarstvennogo gidrologicheskogo instituta [Proceedings of the GGI]. – 1977. – № 233. – P. 87–96. [in Russian].
2. Postnikov A.N. Metod rascheta ispareniya s pochvi v razlichnih prirodnykh zonah. [Evaporation computing method from ground in different natural zones] / A.N. Postnikov // Ucheniye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta [Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University]. – 2009. – № 10. – P. 21–31. [in Russian].
3. Postnikov A.N. Ozenka zapasov vlagi v verhnem sloe zoni aerazii v tepluyu chast goda metodom vodnogo balansa [Moisture reserve rate in upper layer of aeration area in warm time of the year with water balance method] / A.N. Postnikov // Ucheniye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta. [Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University]. – 2014. – № 37. – P. 37–44. [in Russian].
4. [meteo.ru/data](http://meteo.ru/data) [Access to data] // [Electronic resource]. – URL: [meteo.ru/data](http://meteo.ru/data). (accessed: 12.03.2021) [in Russian].
5. Postnikov A.N. Mttod racheta ispareniya s poverhnosti sushi za teplyi period goda v razlichnih prirodnykh zonah [Method of evaporation from the land surface during the warm period of the year in various natural zones] / A.N. Postnikov // Evraziyskoye nauchnoe ob'edinenie. [Eurasian Scientific Association]. – 2018. – №11(45). – P. 156–160. [in Russian].
6. Budyko M.I. Ob opredelenii ispareniya s poverhnosti sushi. [On the determination of evaporation from the land surface] / M. I. Budyko // Meteorologiya i Gidrologiya [ Meteorology and hydrology]. – 1955. – № 1. – P. 52–58. [in Russian].
7. Zubenok L.I. Ispareniye na kontinentah [Evaporation on the continents] / L. I. Zubenok. – L.: Hidrometeoizdat, –1976. – 264 p. [in Russian].
8. Metodicheskiye ukazaniya upravleniyam Gidrometsluzby 89. Sostavleniye vodnykh balansov rechnykh basseynov. [Methodical instructions for hydrometeorological offices 89. The compilation of hydrologic budget for river basins]. – L.: Hidrometeoizdat, 1974. – 96 p. [in Russian].
9. Harchenko S.I. Gidrologiya oroshaemih zemel [Hydrology of irrigated land] / S.I. Harchenko. – L.: Hidrometeoizdat. – 1975. – 373 p. [in Russian].
10. Leonova N.E. Vremennaya i prostranstvennaya izmenchivost vlagozapasov pochvi v pravoberezhnoy chasti Verhnego Dona [Temporal and spatial variability of soil moisture reserves in the right-bank part of the Upper Don] / N.E. Leonova // Trudy Gosudarstvennogo gidrologicheskogo insituta [Proceedings of the GGI]. – 1974. – № 214. – C.184-200. [in Russian].
11. Postnikov A.N. K metodike racheta ispareniya v period snegotayaniya i polovodiya v Zentralno-Chernozemnykh oblastyakh ETC [On the method of calculating evaporation during snowmelt and high water in the Central Chernozem regions of the ETC] / A.N. Postnikov // Trudy Gosudarstvennogo gidrologicheskogo instituta [Proceedings of the GGI]. – 1974. – № 214. – C.70–83. [in Russian].
12. Alpatyev A.M. Vлагооборот kulturnykh rasteniy [The hydrologic cycle of cultivated plants] / A.M. Alpatyev. – L.: Hidrometeoizdat, 1954. – 248 p. [in Russian].
13. Rekomendatsii po raschetu ispareniya s poverchnosti sushi. [Recommendations for calculating evaporation from the land surface]. – L.: Hidrometeoizdat. –1976. – 96 p. [in Russian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.028>

## ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА САМООЧИЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД

Научная статья

Николаева Е.А.<sup>1, \*</sup>, Громова О.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «ОПТРОН», Москва, Россия;

<sup>2</sup>Московский политехнический университет, Москва, Россия

\* Корреспондирующий автор (jenny.nik[at]yandex.ru)

### Аннотация

Целью настоящего исследования является рассмотрение процесса разбавления сточных вод природными с учетом особенностей водного объекта и фоновых концентраций загрязнителей на примере р. Днепр.

В работе подробно рассмотрен механизм самоочищения природных вод при наличии в них консервативных веществ.

Применение методики В.А. Фролова - И.Д. Родзиллера для расчета процента перемешивания стоков в речных водах для консервативных веществ позволило определить степень возможного самоочищения водного объекта и необходимый уровень очистки стоков до выпуска.

Показано, что чем выше процент степени растворения загрязнителя, тем более высокой самоочистительной способностью обладает водный объект по отношению к нему. Низкий процент степени растворения является показателем высокого содержания веществ в природных водах и почти исчерпанную способность речных вод к самоочищению. Определена эффективность превращения консервативных веществ в р. Днепр, которая составляет в среднем 64%.

**Ключевые слова:** консервативное вещество, сточные воды, разбавление, водный объект, нормы СанПиН.

## INFLUENCE OF THE MAIN FACTORS ON THE SELF-PURIFICATION OF NATURAL WATERS

Research article

Nikolaeva E.A.<sup>1, \*</sup>, Gromova O.B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>OPTRON JSC, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia

\* Corresponding author (jenny.nik[at]yandex.ru)

### Abstract

The aim of the current study is to consider the process of diluting wastewater with natural water, taking into account the characteristics of the water body and the background concentrations of pollutants using the Dnieper river as an example.

The article describes in detail the mechanism of self-purification of natural waters with non-biodegradable substances in them.

The use of the Frolov-Rodziller method for calculating the percentage of mixing of wastewater in river waters for non-biodegradable substances allowed for determining the degree of possible self-purification of a water body and the required level of wastewater treatment before discharge.

The authors demonstrate that the higher the percentage of the degree of dissolution of the pollutant, the higher the self-purification ability of the water body in relation to it. A low percentage of the degree of dissolution is an indicator of a high substance content in natural waters and the almost exhausted ability of river waters to self-purify. The study also determines the efficiency of the conversion of non-biodegradable materials in the Dnieper river, which amounts to 64% on average.

**Keywords:** non-biodegradable materials, waste water, dilution, water body, sanitary regulations and standards.

### Введение

Сточные воды, образованные в процессе той или иной хозяйственной деятельности человека, отводятся с соблюдением законодательно установленных норм в природные водоемы либо в централизованные сети водоотведения. Степень очистки и выбор очистных сооружений определяется исходя из начальных концентраций вредных веществ в сточных водах. При этом следует учитывать не только состав и свойства веществ в выпуске, но и категорию водного объекта, то есть его хозяйственную нагрузку. Состояние водных объектов нуждается в постоянном контроле, т.к. процент вносимых загрязнителей превышает способность рек к естественному самоочищению. Целью исследования является оценка самоочистительной способности р. Днепр с учетом ее гидрологических особенностей (коэффициент извилистости, коэффициент Шэзи и др.), состава сточных вод в выпуске, расстояния от места сброса (500 м, 10500 м).

### Основная часть

Для предотвращения и устранения неконтролируемого поступления вредных веществ в поверхностные воды, вследствие которого могут обостриться проблемы со здоровьем среди населения, развитие массовых инфекционных и неинфекционных заболеваний, а также ухудшаться условия водопользования, установлены нормы СанПиН [4]. Утвержденные более строгие нормы для водоемов питьевого назначения, связаны с тем, что такие воды, поступая в организм человека, приносят в него определенные концентрации ионов и анионов. При высоком уровне того или иного вещества у человека могут обостриться болезни вплоть до летального исхода. С другой стороны, при недостаточном количестве элементов в воде происходит вымывание полезных компонентов из организма, что также приносит вред населению.

Особое внимание стоит уделить вопросу разбавления сточных вод, т. к. доля внесенных загрязнителей помимо негативного воздействия на человека, может вызвать ухудшение состояния водного объекта. Разбавление сточных вод — это процесс изменения концентрации примесей в водоемах, вызванный смешиванием стоков с природными водами, в которые они поступают [10]. Применять данный способ при расчете нормативов допустимых сбросов в водные объекты актуально при выполнении следующих условий:

- для напорных сосредоточенных и рассеивающих выпусков в водоток;
- при абсолютных скоростях истечения струи из выпуска, больших 2 м/с. При меньших скоростях расчет начального разбавления не производится [2].

Следует учитывать и конструкционные особенности выпуска сточных вод, так как от разных типов применяемых конструкций зависят такие параметры как скорость и пропускная способность. Оголовок выпуска бывает рассеивающий или сосредоточенный. Для рассеивающего характерен сброс сточных вод в нескольких местах одновременно, для сосредоточенного — только в одном [6]. Также, согласно требованиям органов исполнительной власти в области охраны поверхностных водных ресурсов труба, по которой осуществляется сброс, должна располагаться непосредственно над водным объектом, в противном случае сток может рассматриваться как сброс на рельеф [11].

При выпуске сточных вод без учета разбавления нормативы утверждаются на основе заданных требований СанПиН, установленных законодательно. Однако если брать в расчет процесс уменьшения концентрации примесей, то расчет будет более точным, так как речные, природные воды в своем составе имеют определенный набор и условную фоновую концентрацию определенных химических элементов. При аккумуляции в запредельно больших количествах того или иного загрязнителя, природные воды, а также водные микроорганизмы и фауна теряют возможность превращения данного вещества в безопасное, иными словами, утрачивается способность к самоочищению. Сам процесс самоочищения водоема от загрязнений можно условно разделить на две стадии: смешивание загрязненной струи со всей массой воды и процесс самоочищения (т. е. минерализация органических веществ и отмирание бактерий в водоеме). При невозможности осуществления упомянутого процесса возрастает риск столкнуться с такими последствиями, как: эвтрофикация (избыток органического вещества), обеднение экологических водных ниш (вымирание определенных видов), и др. [7].

С целью предотвращения чрезмерного поступления загрязняющих веществ в водоемы, создающих экологически неблагоприятные условия, применяется методика расчета степени разбавления В.А.Фролова - И.Д.Родзиллера.

$$n_0 = \frac{q + y \cdot Q}{q} \quad (1)$$

где:

Q - расчетный расход водотока, м<sup>3</sup>/с;

y - коэффициент смешения, показывающий часть речного расхода, который смешивается со сточными водами.

Расчет безопасной концентрации маркерных веществ производят по формулам [6]:

- для консервативных веществ (концентрация которых изменяется только путем разбавления):

$$C_{ндс} = n(C_{пдж} - C_{ф}) + C_{ф} \quad (2)$$

где:

C<sub>ндс</sub> — допустимая концентрации загрязняющих веществ, мг/л;

n — кратность общего разбавления сточных вод в водотоке;

C<sub>пдж</sub> — предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, мг/л;

C<sub>ф</sub> — фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод, мг/л.

- для неконсервативных веществ (концентрация изменяется вследствие химических, физико-химических и биохимических процессов).

$$C_{ндс} = n(C_{пдж} \cdot e^{kt} - C_{ф}) + C_{ф} \quad (3)$$

где:

k — коэффициент неконсервативности вещества, 1/сут.;

t — время, за которое загрязненная струя добежит до контрольного створа, сут.

Консервативным, считается вещество, которое не испытывает никаких химических и гидрологических преобразований и нейтрализуется в природной среде только за счет процессов разбавления. Это биогены (соли азота, фосфора), газы, также вещества, быстро вступающие в реакции с образованием, например, осадка (ЭДТА), подверженные быстрому биоразложению: органика (БПК) и нефтепродукты. Неконсервативное вещество, наоборот, снижает свою концентрацию, как за счет разбавления, так и за счет химических и гидробиологических процессов. Примерами таких веществ могут служить это персистентные (стойкие) ксенобиотики: тяжелые металлы, -циды, СПАВ и прочие [10].

Для наиболее точного анализа состояния водного объекта необходимо понимать механизм процесса разбавления веществ. Как упоминалось ранее, разбавление — уменьшение концентрации химического вещества в растворе добавлением растворителя или смешиванием с менее концентрированным раствором. При разбавлении сохраняется количество растворенного вещества. Стоит обратить внимание непосредственно на то, что растворителем очищенных стоков является природная вода. Однако в природных водах до попадания в них стоков с предприятий содержатся различные соли и примеси, которые, в зависимости от местности, могут иметь большую или меньшую концентрацию.

Например, реки, протекающие на засушливых территориях или по территориям с высоким содержанием солей в почве, несут в себе высокие концентрации различных веществ, что оказывает прямое влияние на способность вод к самоочищению.

Сам процесс очищения речных вод связан не только с разбавлением в воде загрязненных стоков, но и с работой микроорганизмов, с учетом процента осаждения по руслу.

Рассмотрим более подробно процесс преобразование органических веществ в условиях переработки речными микроорганизмами. Первым минеральным продуктом окисления азотсодержащих органических веществ выступает аммонийный ион. Наличие последних в высоких концентрациях, при отсутствии нитритов и нитратов в водах, указывает на недавно внесенные загрязнения. Аммиак, как правило, при наличии окислителей преобразуется в нитриты, которые в силу своей неустойчивости и при наличии кислорода окисляются до нитратов, то есть до конечного вещества органических азотсодержащих продуктов. Также, необходимо учитывать, что неустойчивыми соединениями в воде являются не только вышеупомянутые вещества, но и сульфатные соединения, которые образуются в процессе преобразования серной кислоты. Они способны растворяться и вступать во взаимосвязь с молекулами воды. При реакции сульфатных солей с иными веществами водные растворы иногда могут приобретать другие оттенки.

Активизация окислительных, биологических и других процессов, участвующих в очищении воды возможна только в случае достаточной аэрации воды, т.е. насыщении воды кислородом. Скорость процессов очистки воды при помощи собственных микроорганизмов зависит от многих условий:

- объема и состава загрязнений, внесенных в водный объект;
- гидрологических факторов (скорость, глубина и др.);
- наличия молекул растворенного кислорода в воде;
- состава речной микрофауны и флоры и др. [5].

Возможность самоочищения ограничена ресурсами самой реки. Соединения тяжелых металлов, нерастворимых оснований, которые вносятся в речные системы со стоками, оказывают токсическое воздействие на организм животных, а также располагают к замедлению процессов самоочищения воды и ухудшают ее органолептические свойства (вкус, запах, цвет и др.). При существенном количестве веществ белковой группы в воде малых и средних водоемов могут накапливаться промежуточные вещества распада (сероводород, нитриты, диамины и др.), являющиеся высокотоксичными.

Возвращаясь к методике расчета эффективности разбавления веществ в водном объекте, стоит поговорить о гидрологических характеристиках: водной обеспеченности, длине и глубине русла, турбулентной диффузии, а также о таких параметрах как расстояние от контрольного створа и расположения выпуска сточных вод. Растворение загрязнителей в реках с сильным течением, большим объемом среднегодового стока, средней минерализацией происходит примерно на 35% быстрее, нежели в реках с похожими данными, но большей минерализации. Если в первоначальном составе речных вод (до внесения загрязненной струи) уже наблюдается большое количество растворенных веществ, например, это характерно для рек засушливых регионов, то растворение загрязнителей и процессы самоочищения в данном случае будут замедлены.

Для получения реальных исходных данных расчета необходимо обратиться за сведениями в Государственный водный реестр, а также в Федеральную службу по гидрометеорологии региона, а для отображения полученных результатов в графическом формате рекомендовано составление карт разбавления сточных вод района загрязнения.

Стоит обратить внимание при оформлении окончательного заключения на ветеринарно-санитарный надзор водных источников, который включает:

- мониторинг состояния и организацию охраны с целью своевременного выявления возможных загрязнений воды отбросами, нечистотами и органикой;
- своевременный лабораторный контроль качества и состава воды, учет постоянства ее качества в зависимости от сезонов года и условий местности;
- установление взаимосвязи между доброкачественностью питьевой воды и заболеваниями животных (санитарный паспорт).

Перечисленные мероприятия предотвращают преждевременное истощение ресурсов водного объекта для высокого уровня самоочищения и позволяют сохранить необходимый уровень естественной очистки.

Обратим внимание еще на одну важную составляющую полного анализа разбавления стоков – их предварительную очистку на очистных сооружениях предприятия. Важным критерием выбора сооружений выступает их эффективность для тех или иных стоков. Стоит учитывать, что загрязненные воды, попадающие на очистку, также нуждаются в предварительном контроле, так как внесение высокой концентрации нефтепродуктов в биологический блок может нанести ущерб микроорганизмам (вплоть до их гибели). Эколого-экономический эффект очистки стоков должен рассматриваться комплексно для системы «очистное сооружение + участок реки ниже выпуска». Практически все известные виды энергии в той или иной мере уже используются для очистки вод и ускорения самоочищения водоема.

Для составления полного анализа способности реки к самоочищению для начала необходимо выявить уровень самоочищения воды к тому или иному веществу. Например, рассматривая постоянный сток загрязняющих веществ в объект по азотсодержащим веществам, требуется установить несколько критериев:

- концентрации веществ до места выпуска (иными словами — фоновые, то есть состав речных вод, включая все выпуски стоков до исследуемого участка);
- наличие / отсутствие необходимой флоры и фауны;
- состав и свойства веществ в сбросе, их насыщенность;
- максимально разрешенная концентрация вещества в реке по СанПиН.

Стоит обратить внимание на последний пункт. При составлении общей характеристики реки по критерию «разбавление веществ» орган исполнительной власти рекомендует учитывать, что превышение СанПиН в больших количествах негативно сказывается на водном объекте, поэтому в таком случае для снижения нагрузки устанавливают возможные концентрации по ПДК.

Итак, допустим, что в выпуске стоков в р. Днепр представлены следующие загрязняющие вещества: азот аммонийный, нитраты, нитриты. Данные вещества опасны для водного объекта тем, что в больших количествах способны привести к развитию процессов эвтрофикации, так как они способствуют быстрому росту органики. Следовательно, во избежание заболачивания рек установим разрешенную концентрацию по ПДК и приведем данные расчета на расстоянии 500 м и 10500 м от места сброса (см. таблицу 1) [1].

Таблица 1 – Самоочищающая способность рек

№ п/п	Вещество	ПДК рыб/хоз, мг/л	Фон, мг/л	Концентрация, мг/л			Способность к самоочищению
				Выпуск	500 м	10500м	
1	Азот аммонийный	0,5	0,49	0,78	0,6	0,32	При постоянном поступлении вещества будет снижаться без дополнительных мер по очистки реки
2	Нитраты	40	35	49	45	38	
3	Нитриты	0,08	0,07	0,1	0,09	0,075	

Из данных таблицы 1 можно сделать вывод об удовлетворительном состоянии водного объекта, т.к. эффективность разбавления для азота аммонийного, нитратов, нитритов составляет 41%, 77%, 75% соответственно. При таком водопользовании процессы эвтрофикации уже могут проявляться в виде обильно растущей растительности по кромке воды, по руслу реки, а также в увеличении количества илистых отложений на дне.

Не менее важно обратить внимание на количество стариц по течению реки. Старица — небольшой водоем, который при естественном спрямлении русла подвержен заилению. Такие озера представляют наибольшую опасность для чистоты речных вод, т. к. в процессе обмена водами, в водный объект поступает большое количество органики. Для среднего течения р. Днепр около н/п Дорогобуж установлено большое количество стариц, с обильной растительностью, а также использование прилегающих земель для сельскохозяйственных нужд с внесением азотсодержащих удобрений.

При этом большую роль в интенсивности развития процессов заболачивания играет сезон года. В теплые периоды создаются благоприятные условия для накопления биомассы и быстрого роста болотистой растительности, тогда как при низких температурах эти процессы не активны, поэтому в сезоны с положительными температурами необходимо усилить контроль за поступлением загрязнителей.

Если очистка загрязненных стоков предприятий рекомендована до выпуска стоков в природные воды, то поступающие с полей стоки подвергнуть предварительной обработке сложно. Регулярное внесение органических загрязнителей влияет на снижение естественной способности рек в переработке химических элементов. При этом установка нормативов для водопользователей района, не гарантирует улучшение качества природных вод. В таких условиях рекомендовано применение мер на федеральном уровне. Программа очистки реки включает в себя укрепление береговой линии, углубление русла, изъятие излишней биомассы и др. Проблемой может оставаться большое количество стариц по руслу, однако ограждение с помощью специальных экранов от основного русла, осушение или аналогичная чистка являются основными решениями для предотвращения дальнейшего заболачивания.

### Заключение

Таким образом, учитывая все вышеизложенное можно сделать следующие выводы:

- р. Днепр принадлежит к рекам с чистыми водами, однако, наличие большого количества стариц по руслу и близость к землям сельскохозяйственного назначения позволяют отнести водный объект в группу риска по фактору эвтрофикации;
- способность р. Днепр к самоочищению не стабильна и, прежде всего, зависит от объема вносимых загрязнителей по сезонам года. В теплый сезон наблюдается заметное ухудшение качества вод, связанное с большим объемом поступающих азотсодержащих элементов и благоприятными условиями быстрого роста водной фауны;
- для поддержания оптимального состояния речных вод, возможно, дать следующие рекомендации: соблюдение норм ПДК, выраженное в отсутствии аварийных сбросов и высокой степени очистки до выпуска предприятиями-водопользователями, прочистка речного русла, включая укрепление береговой линии, изъятие излишней массы органического вещества со дна.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 28 февраля 2019 года N 206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения».

2. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 29 декабря 2020 года N 1118 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей».
3. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».
4. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – Введ. 2001-01-01.
5. Письмо Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 ноября 2014 года N CM-08-02-32/18383 «О сбросе сточных вод на водосборные площади».
6. Рекомендации по расчету рассеивающих выпусков сточных вод в реки и водоемы. Утверждены ВНИИ «ВОДГЕО» Москва — 1977
7. МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина [Электронный ресурс] – URL: <http://mgavm.ru/sveden/> (дата обращения: 13.03.2021)
8. Государственный водный реестр [Электронный ресурс] – URL: <https://www.textual.ru/gvr/> (дата обращения: 13.03.2021)
9. ОДО Предприятие Взлет [Электронный ресурс] – URL: <https://www.vzlet-omsk.ru> (дата обращения: 13.03.2021)
10. Справочник эколога [Электронный ресурс] – URL: <https://ru-ecology.info> (дата обращения: 13.03.2021)
11. Студми. Учебные материалы для студентов [Электронный ресурс] – URL: <https://studme.org/> (дата обращения: 13.03.2021)

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Rossijskaja Federacija. Postanovlenie Pravitelstva. Ob utverzhenii Polozheniya ob otneseni vodnogo obekta ili chasti vodnogo obekta k vodnim obektam ribohozyaystvennogo znacheniya i opredelenii kategoriy vodnih obektov ribohozyaystvennogo znacheniya [Russian Federation. Law. About the Regulations on the Classification of a Water body or Part of a Water body as a Water body of Fishery Significance and the Definition of Categories of Water Bodies of Fishery Significance]: decree of the government of the Russian Federation: [accepted by government of the Russian Federation on February 28, 2019]. [in Russian]
2. Rossijskaja Federacija. Prikaz. Ob utverzhenii Metodiki razrabotki normativov dopustimih sbrosov zagryaznyayuschih veschestv v vodnie obekti dlya vodopolzovateley [Russian Federation. Law. About the approval of the Methodology for the development of standards for permissible discharges of pollutants into water bodies for water users]: order of the Ministry of Natural Resources: [accepted by Ministry of Natural Resources on December 29, 2020, registered with the Ministry of Justice Russian Federation on December 30, 2020]. [in Russian]
3. Rossijskaja Federacija. Prikaz. Ob utverzhenii normativov kachestva vodi vodnih obektov ribohozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predelno dopustimih koncentraciy vrednih veschestv v vodah vodnih obektov ribohozyaystvennogo znacheniya [Russian Federation. Law. About of water quality standards for water bodies of fisheries Significance, including standards for the maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of Water bodies of Fisheries Significance]: order of the Ministry of Agriculture: [accepted by Ministry of Agriculture on December 13, 2016, registered with the Ministry of Justice Russian Federation on January 13, 2017]. [in Russian]
4. SanPiN 2.1.5.980-00 Gigenicgeskie trebovaniya k ohrane poverhnostnih vod [Hygienic requirements for surface water protection]. – Introduced 2001-01-01. – [in Russian]
5. Rossijskaja Federacija. Pismo. Ministerstva prirodnih resursuv i ekologii Rossijskoj Federacii ot 18 noyabrya 2014 goda N CM-08-02-32/18383 O sbrose stochnih vod na vodosbornoj ploschadi [Russian Federation. Letter. About the discharge of wastewater into catchment areas]: letter from the Ministry of Natural Resources: [accepted by Ministry of Natural Resources on November 18, 2014]. [in Russian]
6. Rekomendacii po raschetu rasseivayuschih vipuskov stochnih vod v reki i vodoemi/ Unverzchdeni [Recommendations for the calculation of dissipative discharges of wastewater into rivers and reservoirs]. VODGEO Research Institute, 1977 – pp. 40-44. [in Russian]
7. MGAVMiB – MVA im. Skryabina [Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — Scriabin MBA] [Electronic resource] – URL: <http://mgavm.ru/sveden/> (accessed: 13.03.2021) [in Russian]
8. Gosudarstvennij vodnij reestr [State Water Register] [Electronic resource] – URL: <https://www.textual.ru/gvr/> (accessed: 13.03.2021) [in Russian]
9. ODO Predpriyatie Vzlet [ODO Enterprise Vzlet] [Electronic resource] – URL: <https://www.vzlet-omsk.ru> (accessed: 13.03.2021) [in Russian]
10. Spravochnik Ecologa [Ecologist's Handbook] [Electronic resource] – URL: <https://ru-ecology.info> (accessed: 13.03.2021) [in Russian]
11. Studme. Uchebnie materialy dlya studentov [Studme] [Electronic resource] – URL: <https://studme.org/> (accessed: 13.03.2021) [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.029>**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА АРАКУЛЬ (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2007 И 2020 ГОДОВ**

Научная статья

**Сибиркина А.Р.<sup>1,\*</sup>, Лихачев С.Ф.<sup>2</sup>, Двинин Д.Ю.<sup>3</sup>, Войтович Г.А.<sup>4</sup>,  
Трофимова Л.В.<sup>5</sup>, Маркова Л.М.<sup>6</sup>, Мулюкова О.Н.<sup>7</sup>**<sup>1-7</sup> Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

\* Корреспондирующий автор (sibirkina\_alfira[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье представлены результаты физико-химического анализа воды озера Аракуль, установлено, что вода имеет нейтральную и слабощелочную реакцию среды, что определяет многие физико-химические процессы. Проведенные исследования воды на наличие цист патогенных простейших и возбудителей кишечных инфекций (сальмонеллы, шигеллы) свидетельствует о благоприятной бактериальной обстановке. Показано, что вода озера отличается низким содержанием соединений фенолов, нефтепродуктов и СПАВ, основных ионов тяжелых металлов – меди, свинца, кадмия, железа общего и соединений марганца. Повышенное содержание ионов цинка определяется геологическим строением подстилающих пород и трансграничным переносом с атмосферными осадками.

**Ключевые слова:** озеро Аракуль, биопродукционные показатели, гидрохимические показатели, ионы тяжелых металлов.

**AN ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE STATE OF LAKE ARAKUL (CHELYABINSK REGION)  
BASED ON THE RESULTS OF MONITORING STUDIES IN 2007 AND 2020**

Research article

**Sibirkina A.R.<sup>1,\*</sup>, Likhachev S.F.<sup>2</sup>, Dvinin D.Yu.<sup>3</sup>, Voytovich G.A.<sup>4</sup>,  
Trofimova L.V.<sup>5</sup>, Markova L.M.<sup>6</sup>, Mulyukova O.N.<sup>7</sup>**<sup>1-7</sup> Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

\* Corresponding author (sibirkina\_alfira[at]mail.ru)

**Abstract**

The article presents the results of the physical and chemical analysis of the water in Lake Arakul. The study establishes that the water has a neutral and slightly alkaline medium reaction, which determines many physical and chemical processes. The conducted studies of the water for the presence of cysts of pathogenic protozoa and pathogens of intestinal infections (Salmonella, Shigella) indicate a favorable bacterial environment. The study demonstrates that the lake water is characterized by a low content of phenol compounds, petroleum products, and synthetic surfactants, the principal ions of heavy metals such as copper, lead, cadmium, total iron, and manganese compounds. The increased content of zinc ions is determined by the geological structure of the underlying rocks and transboundary transport with atmospheric precipitation.

**Keywords:** Lake Arakul, bio-production indicators, hydrochemical indicators, heavy metal ions.

В связи с интенсивным развитием народного хозяйства возникает важная задача охраны водных ресурсов от загрязнения вредными веществами, предупреждения и прогнозирования поступления вредных веществ в природные водоемы [1]. Не является исключением и озеро Аракуль, расположенное на севере Челябинской области в Каслинском районе, недалеко от населенных пунктов, таких как город Верхний Уфалей, город Снежинск и посёлок Вишневогорск. В переводе с башкирского означает «промежуточное озеро» или «озеро между гор». Особо охраняемая природная территория Челябинской области - гидрологический памятник природы (с 21.01.1969 г.). В южной части озеро Аракуль соединяется с озером Малый Каган, а в северной, через речку Аракульку, впадающую в Вязовку, с озером Силач и далее с Каслинской системой озёр (Иртяш, Большой Кисегач, Малый Кисегач, Куташи, Малые Касли, Большие Аллаки, Малые Аллаки, Киреты, Сунгуль, Малое Травяное).

Учитывая все возрастающее влияние антропогенного фактора на озеро, возникает острая необходимость изучения условий, в которых формируются ресурсы и состав воды. В соответствии с вышеизложенным, основная цель работы – проведение экологической оценки воды озера Аракуль для получения своевременной и комплексной информации о состоянии особо охраняемой природной территории.

**Материалы и методы исследований**

Озеро Аракуль расположено в Восточно-Предгорном районе с преобладание озёр тектонического происхождения [2], [3]. Озеро занимает углубление округло-продолговатой формы, которое представляет собой древнетектоническое нарушение, видоизмененное экзогенными процессами. Чаша озера преимущественно сложена сланцами аракульской толщи (гранат-слюдяно-кварцевые, слюдяно-кварцевые, амфиболовые, амфибол-слюдяно-кварцевые), гнейсами (биотитовыми, амфиболовыми), реже встречаются кварциты (графитовые). К юго-западной части озера примыкает гранитная интрузия, а с юго-востока серпентинитовый массив. Сланцевые толщи легко подвергаются эрозии, как менее плотные. Водоем относится к эрозионно-тектоническому типу.

Площадь водного зеркала составляет 3,0 кв. км, площадь водосбора – 21,6 кв. км. Отметка уровня воды 299 м (БС). Наибольшая его длина 2,9 км, а ширина примерно 2,3 км. Средняя глубина 7,3 м, а максимальная 12,0 м. По значению максимальной глубины озеро относится к группе глубоких. Объем водной массы составляет 21,9 млн. куб. м. Форма озерной котловины ассиметрично-продолговато-овальная в плане. По соотношению средних и максимальных глубин (показатель равен 0,52) озерная котловина данного водоема занимает переходное положение



между параболоидом (пределы показателя 0,3-0,5) и полуэллипсоидом (пределы показателя 0,5-0,7). Длина береговой линии 8,8 км. Береговая линия изрезанная, что характерно для горных озер эрозионно-тектонического происхождения, в юго-восточном секторе береговая линия изрезана сильнее, чем в других.

Контрольные станции отбора проб показаны на рис. 1. Отбор проб для анализов производился ежемесячно в период с мая по октябрь 2020 г. На водоеме были установлены 3 постоянные контрольные станции отбора проб (ПП). Координаты контрольных станций (ПП): ПП 1: 55°59.714' N, 60°32.051' E; ПП 2: 55°59.658' N, 60°31.398' E; ПП 3: 55°59.834' N, 60°30.629' E.

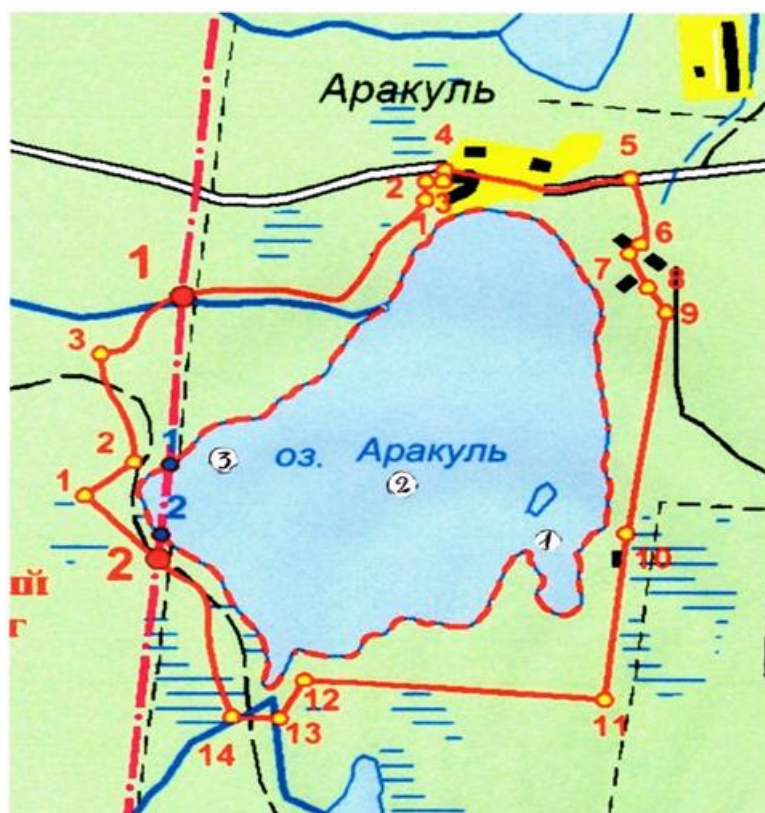


Рис. 1 – Контрольные станции отбора проб на озере Аракуль:

--- граница памятника природы; — граница охранной зоны памятника природы; — граница муниципальных образований; •2 условные точки границы памятника природы; •2 узловые точки границы охранной зоны памятника природы; •2 поворотные точки границы охранной зоны памятника природы;  
0 контрольная станция

Гидрохимические пробы отбирали фторопластовым пробоотборником в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков».

Анализ проб воды осуществлялся в аккредитованном центре Общество с ограниченной ответственностью «Уральская комплексная лаборатория промышленного и гражданского строительства» согласно «Федеральному перечню методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды» (РД 52.18.595-96).

### Результаты и их обсуждение

Формирование биохимического состава природных водоемов зависит от факторов, как непосредственно влияющих на водную среду, так и определяющих условия, в которых протекает взаимодействие живых организмов и веществ с водой [4]. О наличии биологического загрязнения природных водоемов судят по наличию в воде цист патогенных простейших, являющихся промежуточным этапом развития паразитов во время перехода от носителя к носителю, формы, находящейся в ожидании вплоть до заражения. Исследования 2020 г. показали, что ни в один из исследованных периодов в воде озера Аракуль цист патогенных простейших не обнаружено. Также в воде озера отсутствуют возбудители кишечных инфекций (сальмонеллы, шигеллы), что свидетельствует о благоприятной бактериальной обстановке (табл. 1).

Таблица 1 – Основные биопродукционно-гидрохимические показатели озера Аракуль, май-октябрь 2020 г.

Концентрация	Ед. измер.	Месяц	Контрольная станция			Р/хоз. норм.
			ПП 1	ПП 2	ПП 3	
Цисты патогенных простейших	экз./25 дм <sup>3</sup>	23.06.2020	0	0	0	Не допуск.
		22.07.2020	0	0	0	
		25.08.2020	0	0	0	
		14.09.2020	0	0	0	
Возбудители кишечных инфекций (сальмонеллы, шигеллы)	отсутствие / наличие	23.06.2020	отсутствие	отсутствие	отсутствие	Не допуск.
		22.07.2020	отсутствие	отсутствие	отсутствие	
		25.08.2020	отсутствие	отсутствие	отсутствие	
Фенолы	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,0005	Менее 0,0005	Менее 0,0005	Не более 0,001
		23.06.2020	Менее 0,0005	Менее 0,0005	Менее 0,0005	
		22.07.2020	Менее 0,0005	Менее 0,0005	Менее 0,0005	
		25.08.2020	Менее 0,0005	Менее 0,0005	Менее 0,0005	
		14.09.2020	Менее 0,0005	Менее 0,0005	Менее 0,0005	
		12.10.2020	Менее 0,0005	Менее 0,0005	Менее 0,0005	
ПАВ анионные	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	Не норм.
		23.06.2020	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	
		22.07.2020	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	
		25.08.2020	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	
		14.09.2020	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	
		12.10.2020	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	
ПАВ катионные	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	Не норм.
		23.06.2020	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	
		22.07.2020	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	
		25.08.2020	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	
		14.09.2020	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	
		12.10.2020	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	Не более 0,05
		23.06.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	
		22.07.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	
		25.08.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	
		14.09.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	
		12.10.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	0,077±0,021	0,078±0,022	0,077±0,021	Не более 0,1
		23.06.2020	0,068±0,020	0,055±0,018	0,058±0,018	
		22.07.2020	Менее 0,050	0,089±0,023	Менее 0,050	
		25.08.2020	Менее 0,050	Менее 0,050	Менее 0,050	
		14.09.2020	Менее 0,050	Менее 0,050	Менее 0,050	
		12.10.2020	0,063±0,019	0,067±0,020	0,064±0,019	
Медь	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,0010	Менее 0,0010	Менее 0,0010	Не более 0,001
		23.06.2020	Менее 0,0010	Менее 0,0010	Менее 0,0010	
		22.07.2020	Менее 0,0010	Менее 0,0010	Менее 0,0010	
		25.08.2020	Менее 0,0010	Менее 0,0010	Менее 0,0010	
		14.09.2020	Менее 0,0010	Менее 0,0010	Менее 0,0010	
		12.10.2020	Менее 0,0010	Менее 0,0010	Менее 0,0010	
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	<b>0,0116±0,0039</b>	<b>0,033±0,011</b>	<b>0,0181±0,0062</b>	Не более 0,01
		23.06.2020	<b>0,048±0,016</b>	<b>0,083±0,028</b>	<b>0,044±0,015</b>	
		22.07.2020	<b>0,047±0,016</b>	<b>0,030±0,010</b>	<b>0,035±0,012</b>	
		25.08.2020	<b>0,048±0,016</b>	Менее 0,0050	<b>0,056±0,019</b>	
		14.09.2020	<b>0,049±0,017</b>	<b>0,056±0,019</b>	Менее 0,0050	
		12.10.2020	<b>0,0128±0,0044</b>	<b>0,0103±0,0035</b>	0,0083±0,0028	

Окончание таблицы 1 – Основные биопродукционно-гидрохимические показатели озера Аракуль, май-октябрь 2020 г.

Концентрация	Ед. измер.	Месяц	Контрольная станция			Р/хоз. норм
			ПП 1	ПП 2	ПП 3	
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	0,0080±0,016	Не более 0,01
		23.06.2020	<b>0,0157±0,0031</b>	<b>0,0104±0,0021</b>	Менее 0,0020	
		22.07.2020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	0,0075±0,0015	
		25.08.2020	0,0157±0,0031	Менее 0,0020	Менее 0,0020	
		14.09.2020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	
		12.10.2020	0,0073±0,0015	0,0097±0,0019	Менее 0,0020	
Свинец	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,0020	0,0056±0,0015	Менее 0,0020	Не более 0,006
		23.06.2020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	
		22.07.2020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	
		25.08.2020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	
		14.09.2020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	
		12.10.2020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	Менее 0,0020	
Кобальт	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,0025	Менее 0,0025	Менее 0,0025	Не более 0,0005
		23.06.2020	Менее 0,0025	Менее 0,0025	Менее 0,0025	
		22.07.2020	Менее 0,0025	Менее 0,0025	Менее 0,0025	
		25.08.2020	Менее 0,0025	Менее 0,0025	Менее 0,0025	
		14.09.2020	Менее 0,0025	Менее 0,0025	Менее 0,0025	
		12.10.2020	Менее 0,0025	Менее 0,0025	Менее 0,0025	
Никель	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,0050	Менее 0,0050	Менее 0,0050	Не более 0,01
		23.06.2020	Менее 0,0050	Менее 0,0050	Менее 0,0050	
		22.07.2020	Менее 0,0050	Менее 0,0050	Менее 0,0050	
		25.08.2020	Менее 0,0050	Менее 0,0050	Менее 0,0050	
		14.09.2020	Менее 0,0050	Менее 0,0050	Менее 0,0050	
		12.10.2020	Менее 0,0050	Менее 0,0050	Менее 0,0050	
Кадмий	мг/дм <sup>3</sup>	22.05.2020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	Не более 0,0008
		23.06.2020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	
		22.07.2020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	
		25.08.2020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	
		14.09.2020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	
		12.10.2020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	Менее 0,00020	
		25.08.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	
		14.09.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	
		12.10.2020	Менее 0,02	Менее 0,02	Менее 0,02	

Серьезной проблемой становится нефтяное загрязнение, нефтепродукты поступают в воды с хозяйственно-бытовыми стоками, некоторые количества углеводородов поступают в воду в результате прижизненных и посмертных выделений растительными и животными организмами. В 2007 г. соединений нефтепродуктов в воде озера не было обнаружено, а в 2020 г. их содержание составляло менее 0,02 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1), т.е. уже 40 % от допустимых не более 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Основная причина повышение уровня нефтяного загрязнения – это проезд автотранспорта к прибрежной территории, появление стихийных мест отдыха с установкой палаточных городков в водоохраной зоне, использование плавательных средств с бензиновыми и дизельными двигателями.

Обширную группу соединений, различных по своей структуре и относящихся к разным классам, образуют СПАВ, в настоящее время показатель не нормируется ПДК. Для процесса естественного самоочищения от СПАВ наиболее благоприятна нейтральная или слабощелочная среды, а вода озера Аракуль относится к слабощелочной: рН воды в 2007 г составлял 7,4-8,1; в 2020 г. – 6,3-7,7, что и нашло отражение в содержании СПАВ в воде озера. В 2007 г. содержание СПАВ в воде озера не было обнаружено, в 2020 г. – находилось в пределах менее 0,01 мг/дм<sup>3</sup> для анионных ПАВ, и менее 0,05 мг/дм<sup>3</sup> для катионных ПАВ (табл. 1).

В природных водах в результате естественных процессов метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ могут образовываться фенолы, относящиеся к токсичным загрязняющим веществам третьего класса опасности. Антропогенным источником поступления фенолов в водные объекты являются сточные воды. В 2007 г. содержание фенолов в воде озера находилось в пределах от 0,6 до 0,8 ПДК (табл. 1), в 2020 г. в водах озера содержание растворимых форм фенолов несколько уменьшилось и составляло менее 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> (0,5 ПДК).

К приоритетным загрязнителям водных экосистем относятся соединения тяжелых металлов [5], данные о содержании тяжелых металлов в воде озера Аракуль в 2020 г. приведены в таблице 1. В 2007 г. содержание железа общего составило 0,018 мг/дм<sup>3</sup> или 0,2 ПДК. В 2020 г. среднее содержание железа общего составило 0,064 мг/дм<sup>3</sup>, при этом в 44,4 % проб содержание составило менее 0,050 мг/дм<sup>3</sup>, в остальных пробах – не превысило значений 0,089 мг/дм<sup>3</sup> (0,5-0,9 ПДК), т.е. наблюдается увеличение концентрации в 2,5-4,5 раза. Следует отметить, что ионы железа всегда присутствуют в природных водах, за счет выщелачивания из горных пород, слагающих дно водоема. Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. В процессе взаимодействия с

содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии [6]. Являясь биологически активным элементом, ионы железа в определенной степени влияют на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоеме. Механизм вредоносного действия железа на рыб заключается в том, что железо в виде гидроксида  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  осаждается на слизистой оболочке жабр, закупоривает и разъедает их. Этот процесс приводит к массовой гибели рыб и других гидробионтов по причине кислородного голодания [6], [7].

В природных водах Урала содержание меди колеблется от 0,001 до 0,09 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК меди составляет 0,001 мг/дм<sup>3</sup>. По данным исследований 2007 г. содержание растворимых соединений меди составляло от 0,0001 до 0,0053 мг/дм<sup>3</sup> (до 5,3 ПДК). В 2020 г. наблюдается значительное снижение уровня содержания ионов меди, в 100 % проб за весь период исследования содержание не превысило значений менее 0,0010 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. превышений нормативов не выявлено. Наблюдаемое снижение концентраций ионов меди в воде озера в 2020 г. может быть следствием проведенных мероприятий по стабилизации экологической ситуации в районе исследования или интенсивным развитием фитопланктона, который активно сорбирует медь [8]. Повышенные, но не летальные концентрации меди способны стимулировать рост сине-зеленых водорослей в водоеме, тем самым вызывают «цветение» водоема. Последнее сопровождается сильными заморными явлениями. Физиологическая активность меди связана главным образом с включением ее в состав активных центров окислительно-восстановительных ферментов, хронический избыток соединений меди вызывает остановку роста, снижение содержания гемоглобина, поражению печени, почек и мозга гидробионтов [7], [8].

В природных водах уральских озер цинк встречается редко, тем не менее, в 83,3 % проб 2020 г. содержание ионов цинка составило от 0,013 до 0,083 мг/дм<sup>3</sup> или 1,3-8,3 ПДК. Лишь в 16,7 % проб 2020 г. содержание ионов цинка находилось в пределах от менее 0,005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,008 мг/дм<sup>3</sup> (0,5-0,8 ПДК). Высокие уровни содержания соединений цинка в воде озера наблюдались и в 2007 г. до 0,013 мг/дм<sup>3</sup> (до 1,3 ПДК), что ниже современного содержания в 6,4 раза. Цинк попадает в озерные воды в результате протекающих процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, относится к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие растительных организмов, в повышенной концентрации опасен для гидробионтов, накапливаясь и в печени и скелете [6], [7]. Токсическое действие связано с нарушением синтеза металлопротеинов и других металлоорганических соединений.

Для водных растений и микроорганизмов широко доступны ионы марганца, содержание которого в гидрокарбонатных водах озер Урала колеблется в пределах 0,001-0,050 мг/дм<sup>3</sup>. За период с 2007 г., когда концентрации ионов марганца в воде озера достигали уровня 0,022 мг/дм<sup>3</sup> (2,2 ПДК), и по настоящее время содержание ионов марганца уменьшилось в 1,4 раза. Исследования 2020 г. показали, что содержание ионов марганца для 61,1 % проб составило менее 0,002 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. всего 0,2 ПДК, для 27,8 % проб – не превышало значений 0,0073-0,0097 мг/дм<sup>3</sup> и только для двух проб в июне зафиксировано превышение до 1,6 ПДК. Марганец относится к одним из наиболее распространенных элементов в земной коре и отличается высокой лабильностью, способен легко переходить в воду, его миграция в водные объекты высока как за счет прямых поступлений, так и за счет опосредованных вторичными факторами, например, кислотными осадками. Значительные количества марганца поступают в природную поверхностную воду в процессе разложения водных животных и растительных организмов [9]. Концентрация марганца в поверхностных водах подвержена сезонным колебаниям, факторами, определяющими изменения концентраций марганца, являются соотношение между поверхностным и подземным стоком, интенсивность потребления его при фотосинтезе, разложение фитопланктона, микроорганизмов и высшей водной растительности, а также процессы осаждения его на дно водных объектов [6]. Для водных организмов соединения марганца относительно мало токсичны –  $\text{ЛК}_{50}$  для дафнии 50 мг/ дм<sup>3</sup>, для форели - 100 мг/ дм<sup>3</sup>, карпа - 650 мг/ дм<sup>3</sup> [7].

Практически повсеместно в природных водах встречаются водорастворимые соединения свинца (первый класс опасности). В типичных гидрокарбонатных водах содержание их изменяется от следов до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Следует отметить, что за период с 2007 г. произошло значительное снижение концентрации ионов свинца, по данным мониторинга 2007 г. содержание растворимых соединений свинца находилось в пределах 0,741 мг/дм<sup>3</sup> (0,2 ПДК) до 7,509 мг/дм<sup>3</sup> (1,3 ПДК). В 2020 г. в 94,4 % проб содержание соединений свинца не превышало 0,002 мг/дм<sup>3</sup>, а в 5,6 % (1 проба) содержание соединений свинца составило 0,9 ПДК. Для водных растений свинец токсичен практически во всех концентрациях. Механизм действия основан на связывании ионов свинца с остатками цистеина в HS-содержащих ферментах, приводящее к ингибированию их активности, а также в образовании устойчивых комплексов с карбонильными и фосфатными группами белков и нуклеиновых кислот. При попадании в организм гидробионтов соединения свинца концентрируются в костях (до 95% поступившего свинца), откуда позже высвобождаются через выделительную систему, приводя к осложнению интоксикации организма. Негативное действие соединений свинца связано с влиянием на почки, печень, нервную систему и органы кроветворения, нарушение синтеза небелковой части гемоглобина [7], [10].

Соединения кадмия в природные воды поступают при выщелачивании почв, в результате разложения водных организмов, способных накапливать соединения кадмия. За счет процессов сорбции, выпадения в осадок гидроксида и карбоната кадмия и потребления их водными организмами происходит понижение концентрации растворенных соединений кадмия. Высокая токсичность соединений кадмия влияет на процессы жизнедеятельности животных, оказывая нефротоксическое, цитотоксическое и гепатотоксическое действия, в результате угнетения активности тиоловых ферментов за счет соединения ионов кадмия с HS-группами ферментов и снижения скорости синтеза белка в печени [6], [7]. Исследования 2020 г. показали, за период с 2007 г. по 2020 г. произошло увеличение концентрации водорастворимых форм соединений кадмия в 2,5 раза, но уровень содержания соответствует нормативам качества воды. В 2007 г. содержание соединений кадмия составляло от 0,000023 до 0,00008 мг/дм<sup>3</sup> (0,1-0,1 ПДК). В 2020 г. концентрации соединений кадмия за весь период отбора проб и во всех точках составили менее 0,00020 мг/дм<sup>3</sup>, или 0,25 ПДК.

**Выводы**

1. Содержание в воде ионов тяжелых металлов (меди, свинца, кадмия) значительно ниже предельно допустимых, следовательно, отсутствует сток промышленных вод в озерные воды.
2. Отсутствие промышленных стоков в озерные воды подтверждается и концентрациями общего железа и марганца, содержание которых в воде значительно ниже их ПДК.
3. Повышенные концентрации ионов цинка могут быть следствием геологического строения подстилающих пород, либо трансграничным переносом атмосферными осадками.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Список литературы / References**

1. Шамсиев М. Н. Исследование процесса распространения загрязнения при фильтрации воды под гидросооружением со шпунтом / М. Н. Шамсиев, А. Н. Зиннатуллина, Р. И. Ибяттов // Водные ресурсы. – 2018. – Т. 45. – № 4. – С. 416–420. DOI: 10.1134/S0321059618040193.
2. Андреева М. А. Озера Среднего и Южного Урала. / М. А. Андреева. – Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1973. – 269 с.
3. Челябинская область. Атлас. / под ред. проф. В. В. Латышина. – Изд. 3-е. – Челябинск: Абрис, 2010. – 32 с.
4. Огрызкова О.С. Сезонные изменения миграции содержания марганца в воде Новосибирского водохранилища. / О.С. Огрызкова, А.Н. Эйрих, Т.Г. Серых, Е.Ю. // Изв. АГУ. – 2014. – С. 176–180.
5. Сибиркина А.Р. Техногенное загрязнение медью водосборной площади бассейна реки Иртыш в пределах территории Казахстана. / А.Р. Сибиркина // Геохимия. – 2000. – №2. – С. 187-196.
6. Мур Д.В. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния. / Дж. В. Мур, С. Рамамурти; Пер. с англ. Д. В. Гричука и др.; Под ред. Ю. Е. Саета. М.: Мир, 1987. – 285, [1] с.
7. Афанасьева Л.С. Экологическая химия: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / Л.С. Афанасьева. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 224 с.
8. Новиков В.В. Содержание разных форм меди и цинка в воде, донных отложениях и прибрежных почвах волгоградского водохранилища у города Волжский. / В.В. Новиков, М.Ю. Пучков, В.П. Зволинский. // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №3; [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9558> (дата обращения 26.02.2021)
9. Дударева И.А. Марганец в воде и донных отложениях нижнего течения реки Иртыш. / И.А. Дударева, Г.С. Алимova, А.Ю. Токарева. // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 8. – С. 70-74; [Электронный ресурс]. – URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36523> (дата обращения: 31.10.2020).
10. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I-IV групп: Справ. изд./ Под ред. В.А. Филова и др. Л.: Химия, 1988. – 512 с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. SHamsiev M. N. Issledovanie processa rasprostraneniya zagryazneniya pri fil'tracii vody pod gidrosooruzheniem so shpuntom [Study of the process of contamination spreading during water filtration under a hydraulic structure with a tongue] / M. N. SHamsiev, A. N. Zinnatullina, R. I. Ibyatov // Vodnye resursy [Water resources]. – 2018. – Vol. 45. – № 4. – P. 416–420. DOI: 10.1134/S0321059618040193. [in Russian]
2. Andreeva M. A. Oзера Srednego i YUzhnogo Urala. [Lakes of the Middle and Southern Urals]. / M. A. Andreeva. – Chelyabinsk: South Ural pr. publishing house, 1973. – 269 p. [in Russian]
3. Chelyabinskaya oblast'. Atlas. [Chelyabinsk region. Atlas]. / ed. prof. V. V. Latyushina. – 3-rd edition. – Chelyabinsk: Abris, 2010. – 32 p. [in Russian]
4. Ogryzkova O.S. Sezonnye izmeneniya migratsii soderzhaniya marganca v vode Novosibirskogo vodohranilishcha. [Seasonal changes in the migration of manganese content in the water of the Novosibirsk reservoir] / O.S. Ogryzkova, A.N. Ejrih, T.G. Seryh, E.YU. // Izv. AGU. – 2014. – P. 176–180. [in Russian]
5. Sibirskina A.R. Tekhnogennoe zagryaznenie med'yu vodosbornoj ploschadi bassejna reki Irtysh v predelakh territorii Kazakhstana. [Technogenic pollution by copper of the catchment area of the Irtysh river basin within the territory of Kazakhstan]. / A.R. Sibirskina // Geohimiya [Geochemistry]. – 2000. – №2. – P. 187-196. [in Russian]
6. Mur D.V. Tyazhelye metally v prirodnykh vodah: Kontrol' i ocenka vliyaniya. [Heavy metals in natural waters: Monitoring and impact assessment] / Dzh. V. Mur, S. Ramamurti; transl. from Eng. D. V. Grichuka et al.; ed. YU. E. Saeta. M.: Mir, 1987. – 285 p. [in Russian]
7. Afanas'eva L.S. Ekologicheskaya himiya.: uchebnik dlya stud. sred. prof. учеб. zavedenij. [Environmental chemistry: textbook for students. Wednesday prof. study. Institutions] / L.S. Afanas'eva. M.: Publishing center «Akade-miya», 2006. – 224 p. [in Russian]
8. Novikov V.V. Soderzhanie raznykh form medi i cinka v vode, donnykh otlozheniyah i pribrezhnykh pochvah volgogradskogo vodohranilishcha u goroda Volzhskij. [The content of various forms of copper and zinc in water, bottom sediments and coastal soils of the Volgograd reservoir near the city of Volzhsky] / V.V. Novikov, M.YU. Puchkov, V.P. Zvolinskij. // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. – 2013. – №3; [Electronic resource]. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9558> (accessed 26.02.2021) [in Russian]
9. Dudareva I.A. Marganec v vode i donnykh otlozheniyah nizhnego te-cheniya reki Irtysh. [Manganese in water and bottom sediments of the lower reaches of the Irtysh River]. / I.A. Dudareva, G.S. Alimova, A.YU. Tokareva. // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Successes of modern natural science]. – 2017. – № 8. – P. 70-74; [Electronic resource]. – URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36523> (accessed: 31.10.2020). [in Russian]
10. Vrednye himicheskie veshchestva. Neorganicheskie soedineniya I-IV grupp: Sprav. izd. [Harmful chemicals. Inorganic compounds of group's I-IV: Ref. ed.]. / ed. V.A. Filova et al. L.: Himiya, 1988. – 512 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.030>

## О ЗНАЧЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕШЕНИИ ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Научная статья

Ядрихинский И.В.\*

ORCID: 0000-0002-4188-8179,

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия

\* Корреспондирующий автор (yadroid[at]mail.ru)

### Аннотация

В материале рассматриваются фундаментальные подходы к решению глобальных экологических проблем, наиболее значимые направления исследования систем «человек – природа», «биосфера – техносфера», «техногенный объект – окружающая среда». Сформулирован новый Закон глобального развития биогеноценоза планеты, в контексте эволюции её биогеноценоза в условиях непрерывной синергии процессов естественного сохранения устойчивости биосферы и глобального техногенеза на принципах всеобъемлющей миграции антропогенных факторов. Приведены конкретные следствия, которые значительно расширяют сферу его применения. Также рассмотрены примеры проблемных направлений использования методологической основы Закона и его следствий на региональном и глобальном уровнях.

**Ключевые слова:** биосфера, техносфера, экосистема, эволюция биосферы, закон глобального развития биогеноценоза планеты.

## THE IMPORTANCE OF FUNDAMENTAL RESEARCH IN SOLVING GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Research article

Yadrikhinsky I.V.\*

ORCID: 0000-0002-4188-8179,

M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

\* Corresponding author (yadroid[at]mail.ru)

### Abstract

The article deals with fundamental approaches to solving global environmental problems, the most significant areas of research of the systems "man-nature", "biosphere-technosphere", "man-made object-environment". The study formulates a new law of the global development of the planet's biogeocenosis in the context of the evolution of its biogeocenosis in the conditions of continuous synergy of the processes of natural conservation of the biosphere's stability and global technogenesis on the principles of comprehensive migration of anthropogenic factors. The author lays out a set of specific consequences that significantly expand the scope of the law as well as analyzes the the examples of problematic areas of using the methodological basis of the law and its consequences at the regional and global levels.

**Keywords:** biosphere, technosphere, ecosystem, evolution of the biosphere, the law of global development of biogeocenosis.

### Введение

По мере развития человеческого общества обнаруживается всё большая взаимосвязь и взаимообусловленность процессов, происходящих в масштабах глобальной экологической системы «человек-природа». В.И. Вернадский рассматривал развитие такой системы в контексте доминирующей роли антропогенного фактора в эволюции биосферы [1]. На современном этапе развития общества действие глобального техногенеза обуславливают деградиционные процессы, которые необратимо трансформируют нашу планетарную геосистему в глобальную техносферу, вступающую, к сожалению, в непримиримое противоречие с жизненной средой обитания всех популяций биосферы. При рассмотрении техносферы как активной движущей силы поступательного развития современного общества, появилась объективная необходимость в становлении новой научной дисциплины в составе общей экологии, а именно – инженерной экологии [2].

### Основная часть

Методологической основой инженерной экологии, как инструмента управления безопасностью техносферы, является ряд фундаментальных направлений исследования систем «человек – природа», «биосфера - техносфера», «техногенный объект – окружающая среда» и т.д. Отметим наиболее значимые из таких направлений с точки зрения достижения конечных целей.

1. Многосвязность разнохарактерных формирующих аргументов (физических величин, технических характеристик, доминирующих критериев техногенеза, допустимых нагрузок и воздействий на биосферу, методов и принципов исследований, применяемых теорий и др.). Многосвязность как интегрирующая категория обуславливает необходимость постоянного творческого союза учёных и специалистов на междисциплинарной основе, а также необходимость поиска экологически оптимальных решений в интересах природы и общества.

2. Кумулятивность разнохарактерных физических и социоприродных процессов в направлениях «человек - природа», «природа - человек». Кумулятивность определяет градиент техногенного воздействия на природу и реакции обратного действия, а также механизм спонтанной деградации и экологического резонанса (как резкого негативного снижения защитных функций биопопуляций при полной потере устойчивости жизнеобеспечивающей среды обитания).

3. Инвариантность как свойство экосистемы сохранять стабильность в границах регламентированных техногенных нагрузок и воздействий. В прикладном аспекте инвариантные решения являются необходимой основой формирования экологически чистых производственных процессов и объектов трудовой деятельности. В математических моделях, проектируемых промышленных (природно-технических) геосистем, должно соблюдаться требование неизменности экологического равновесия по отношению к экстремальным нагрузкам и воздействиям.

4. Устойчивость в экологическом смысле характеризует способность естественного или принудительного сохранения исходных параметров системы «человек - природа». Устойчивость в малом служит критериальной мерой локальных экологических скачков и оценки экстремальных ситуаций. Устойчивость в большом определяет условия нарушения экологического баланса в природно-технических геосистемах, а также развития переходных и квазистатических процессов.

5. Аддитивность как метод многопараметрического суммирования локальных антропогенных изменений по различным источникам и ареалам распределения факторов промышленного техногенеза. Использование аддитивных соотношений позволяет перейти на методы комплексного прогнозирования экологической ситуации по конкретным природно-техническим и социоприродным геосистемам.

6. Многофакторная корреляция как свойство экосистемы, обуславливающее аналитическую предопределённость между необходимостью и случайностью прогнозируемого события. Кроме того, она обеспечивает мотивацию в выборе математического аппарата исследования (детерминированный, недетерминированный), а также методологию прогноза (индукция, дедукция, абдукция).

Понятие экологического равновесия в природе имеет глубокий смысл, поскольку оно опирается на обширную систему научных знаний и представлений о состоянии и свойствах биогеоценозов. Естественный природный баланс вследствие закономерного антропогенного изменения имеет тенденцию смещения состояния устойчивого равновесия в виде явного или неявного следствия (значительных диспропорций и т.д.). Поэтому одна из фундаментальных задач исследования любой экосистемы состоит в точном и достоверном прогнозе возможных последствий нарушенных равновесий в природе по фактическим (или планируемым) параметрам таких нарушений (величинам смещений равновесных состояний).

Важное значение для развития аппарата такого прогноза имеют философско-математические идеи Г. Вейля о симметрии, как объективном свойстве материального мира. Рассматривая конкретную экосистему, можно опираясь на односторонние экологические критерии, сформулировать общие условия, а затем установить количественные пропорции по всем последовательно связанным звеньям экологической цепи. Таким образом, информационно-поисковый процесс (с целью назначения обоснованных критериев) протекает от природы к человеку, а реализация его в конкретной конструктивной форме, удовлетворяющей экологическим критериям, - от человека к природе. Наделяя экосистему свойством симметрии, можно ввести интегральный показатель состояния системы по величине смещения равновесия, обусловленного частными диспропорциями (по отдельным биогеоценозам). Поэтому состояние равновесия должно быть симметричным относительно какого-либо экологического критерия (или группы критериев). Следовательно, при наличии условий, которые определяют единственное в своём роде состояние - равновесие, к этому состоянию должна приводить симметрия условий. Согласно принципу физической симметрии, Г. Вейля, если условия, однозначно определяющие, какой-либо эффект, обладают некоторой симметрией, то и результат их действия обнаруживает адекватную симметрию.

В этом смысле любому экологическому окружению конкретного техногенного объекта, определяющему характер окружающей среды (следовательно, и условия формирования и функционирования объекта), в равновесном отношении должно соответствовать состояние системы, односторонне оцениваемое по её техническим (эксплуатационным) характеристикам. На рис.1 приведена модель экологического равновесия экосистемы «человек - природа». Характеристикой равновесия (согласно модели) служит вектор экологических потерь  $\vec{R}$ , ориентированный в направлении конкретного экологического критерия (A, B, C, D,...N). Длина вектора пропорциональна смещению, оцениваемому коэффициентом асимметрии  $\Delta_s$ , следовательно,  $\vec{R} \sim \Delta_s$ . Теоретической идеализацией будет служить такая экосистема, для которой общие потери равны нулю, то есть  $\vec{R}=0$ , ( $\Delta_s=0$ ).

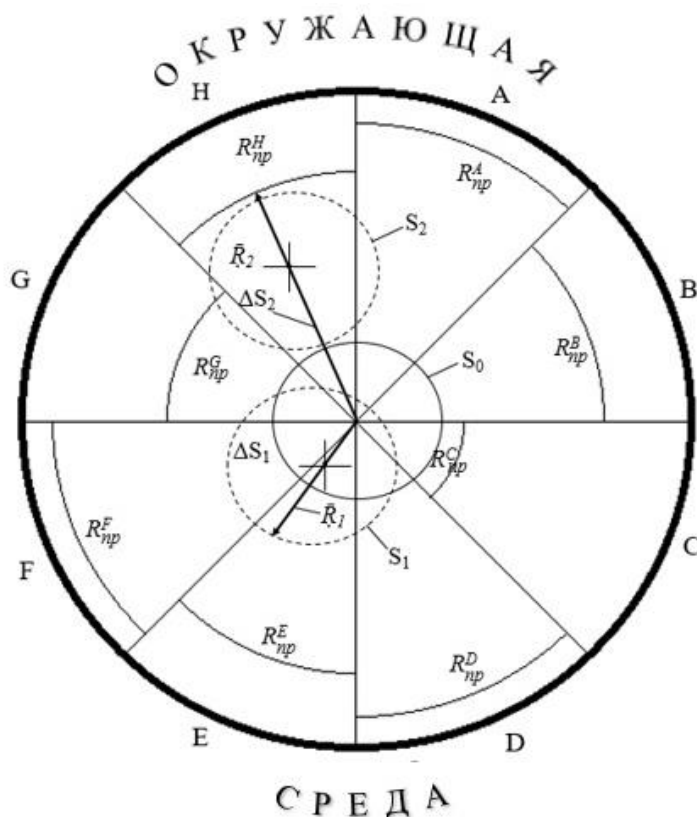


Рис.1 – Модель экологического равновесия геотехнической системы «искусственный объект-окружающая среда»

Ориентация вектора экологических потерь  $\bar{R}$  в принципе возможна не только в направлении какого-либо одного, доминирующего критерия (А, В, С, D,...Н), но и в двух и более критериальных направлениях. Например, при аварии на нефте- или газопроводе, сопровождающейся возгоранием, могут быть потери не только в растительном и животном мире, но и долговременные потери из-за заражения неорганических элементов (почвы, водных акваторий, мерзлотных массивов и т.п.). В отношении каждого критерия должна быть установлена жёстко регламентированная норма, являющаяся границей предельно допустимых потерь.

Фундаментальные исследования, нацеленные на решение глобальных экологических проблем, носят общесистемный характер. Центральным объектом таких исследований является собственно экологическая система, которая относится к классу сложных систем. Наделенная известными признаками сложности: невозможность строгого математического описания, многозвенность структурного состава, многосвязность составляющих структурных элементов – экосистема также имеет свои специфические особенности, отличающие её от стереотипных технических систем. Вторым по значимости объектом фундаментальных исследований является «биогеоценоз» – как совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, гидросферы, литосферы, животного и растительного мира и др.), имеющая свою особую специфику взаимодействия и внутреннего диалектического единства, а также подчиняющаяся определённым закономерностям своего развития. На рис.2 представлена схема взаимодействия компонентов биогеоценоза в локальном и глобальном измерениях.



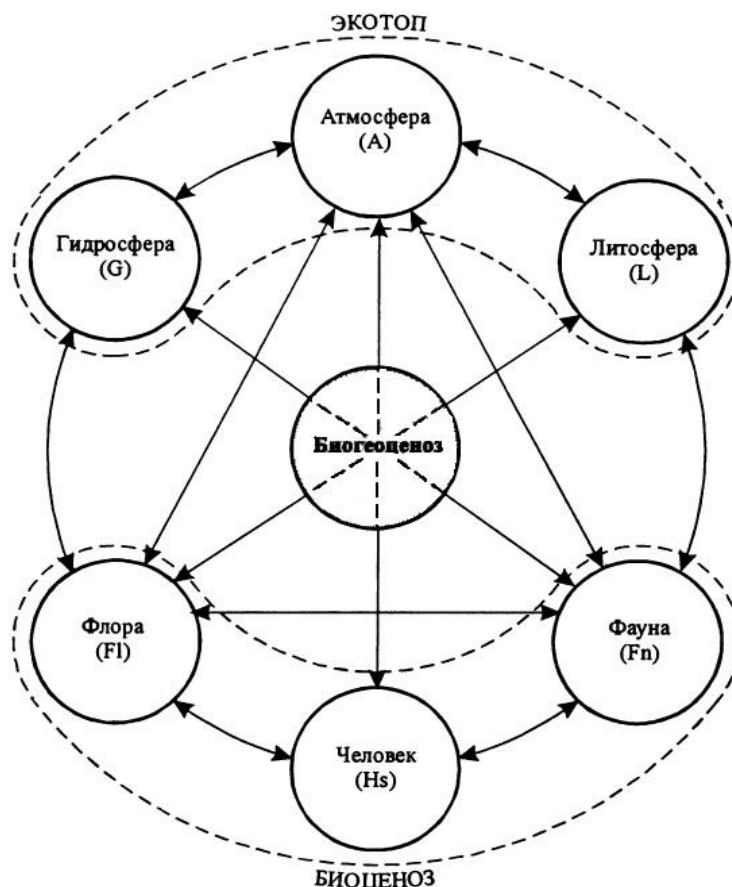


Рис.2. Схема взаимодействия компонентов биогеоценоза

Если фундаментальные исследования экосистем базируются на основополагающих методах и принципах изучения антропогенеза в составе формирования и эволюционирования техносферы, то глобальный характер представления природно-технических геосистем предусматривает необходимость интегрированного структурирования антропогенных процессов в любом масштабе сопредельных территорий. Иными словами, (строго говоря), на Земле все отдельно рассматриваемые территории являются экологически сопредельными либо непосредственно, либо опосредованно. А это значит, что в каждой точке нашей планеты может быть обнаружен след глобального антропогенеза, с той лишь разницей, что его экологический негативизм будет обусловлен мощностью техносферного напряжения и уровнем регенерации, и самоочищения конкретной территории.

Обобщая вышеизложенные положения, касающиеся роли фундаментальных исследований в решении глобальных экологических проблем и, принимая во внимание, исключительную важность таких проблем для сохранения жизненной среды обитания в условиях трансформирования биосферы планеты в глобальную техносферу, сформулируем Закон глобального развития биогеоценоза планеты следующим образом – «*Эволюционирование биогеоценоза планеты происходит в условиях непрерывной синергии процессов естественного сохранения устойчивости биосферы и глобального техногенеза на принципах всеобъемлющей миграции антропогенных факторов энерго-массопереноса между всеми сопредельными территориями ойкумены*».

Содержание данного Закона дополняют его следствия:

1. Техногенные потоки, формируемые в границах природно-технических геосистем, способны взаимодействовать таким образом, что их суммирование создаёт кумулятивный эффект, который обуславливает изменение (усиление или ослабление) во времени и в пространстве масштабов антропогенных преобразований в экосистеме.

2. Глобальная миграция антропогенных нагрузок и воздействий охватывает все сопредельные территории, создавая градицию депрессивных процессов в соответствии с природно-ландшафтной спецификой и характером антропогенного следа.

3. Принцип цепных антропогенных связей и процессов характеризует обусловленность многомерных рисков по всем компонентам биогеоценоза в региональном и глобальном масштабах.

Административно-территориальное деление Российской Федерации характеризуется конкретными границами по принципу социально-хозяйственной принадлежности региональных субъектов владения. Однако такие границы не учитывают природно-ландшафтной и биосферной целостности экосистемы, объединяющей сопредельные территории. В результате экосистема становится одновременно объектом пользования сопредельных субъектов владения своими территориями, а значит многочисленных хозяйствующих субъектов. Отсутствие единых унифицированных норм природопользования и ресурсосбережения в рамках целостной экосистемы, приводит к тому, что каждый хозяйствующий субъект в границах «своего» региона решает свои социально-экономические проблемы исключительно с позиции узкокорпоративных и региональных интересов. Это обстоятельство приводит к стихийным (неуправляемым) процессам развития техногенных потоков на сопредельных территориях каждого отдельно взятого региона с его хозяйствующими субъектами природопользования.

В этом случае речь идёт о межрегиональной экологической сопредельности территорий, создающей негативный экологический эффект в результате миграции (переноса) техногенных потоков (биогеохимические, механические, акустические, электромагнитные, радиоактивные и другие воздействия) за пределы конкретного хозяйствующего субъекта. Однако, Российская Федерация, обладающая беспрецедентно огромной территорией с её разнообразием природно-климатических зон и многочисленных ландшафтов, характеризуется также сопредельностью территорий, имеющей глобальное значение. Можно привести два примера.

Республика Саха (Якутия) с площадью более 3 млн. км<sup>2</sup>, граничит с 7 субъектами Федерации: на северо-западе с Красноярским краем, на юго-западе с Иркутской областью и Забайкальским краем, на юго-востоке с Амурской областью и Хабаровским краем, на северо-востоке с Чукотским АО и Магаданской областью). В качестве примера можно привести Красноярский, в 2020 году на севере края, произошла крупнейшая техногенная катастрофа в истории Арктики – разлив нефтепродуктов на норильской ТЭЦ-3. В результате просадки грунта под резервуаром произошла утечка около 21 тысячи кубометров дизельного топлива, часть из них попала в ближайшие водоёмы. Площадь загрязнения составила более 180 тыс. м<sup>2</sup>. В результате миграции техногенных потоков, обусловленная энерго-массопереносом загрязнений через экологические коммуникации атмосферы, гидросферы и литосферы, может привести к депрессивным последствиям не только многих популяций биосферы, но и межрегионального социума.

Другим экологически значимым регионом, имеющим глобальное значение по своему влиянию на формирующие климатообразующие процессы планеты, является Российский сектор Арктики, площадь которого составляет около 9 млн. км<sup>2</sup>. Около 75% этой территории приходится на водную акваторию. Существование ледников и многолетней мерзлоты, преобладание тундровой растительности и арктических пустынь, резко повышает чувствительность территории к техногенным воздействиям со стороны объектов промышленной и социальной инфраструктуры. Потеря устойчивости мерзлоты в результате её растепления, создает прямую угрозу несущей способности оснований и фундаментов сооружений наземного и подземного базирования. Южная граница российской Арктики (по Северному полярному кругу) имеет экологически опасную тенденцию смещения на более высокие широты в результате потепления климата. Промышленное освоение Арктики на сопредельных территориях обладает статусом особой экологической ответственности в региональном, общероссийском и глобальном масштабе.

### Заключение

Сформулированный выше «Закон развития биогеоценоза планеты» создаёт необходимые методологические ориентиры для планирования и проведения фундаментальных и прикладных исследований по широкому кругу проблем межрегиональной и международной координации и унификации эколого-экономических норм природопользования в интересах нынешнего и будущих поколений.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Вебер А.Б. Возможно ли устойчивое развитие? / А.Б. Вебер // Свободная мысль. 1. М., 1998. - №5. - С.42-55.
2. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста / В.И. Вернадский. М.: Наука, 1988, - 522 с.
3. Власюк Т.А. Исследование стационарных состояний формирования и развития природных зон / Т.А. Власюк // Транспорт: Наука, Техника, Управление. Научный информационный сборник, 2007, -№5. С. 47-51;
4. Городничев Р.М. Характеристика поверхностных водных ресурсов западной экономической зоны Якутии / Р.М. Городничев, Л.А. Пестрякова, И.В. Ядрихинский и др. // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке. Сборник статей по материалам VIII международной научно-практической конференции. 2017. С. 31-38.
5. Ефимов В.М. Геотехнический мониторинг в криолитозоне как условие обеспечения инженерно-экологической безопасности промышленного освоения территории / В.М. Ефимов, И.В. Ядрихинский, О.И. Молдаванов // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации. Материалы Пятнадцатой Общероссийской научно-практической конференции изыскательских организаций. 2019. С. 259-267.
6. Мазур И.И. Курс инженерной экологии. 2-е издание, испр. и доп. / И.И. Мазур, О.И. Молдаванов. М., Высшая школа, 2001, - 510 с. - ISBN 5-06-004188-3;
7. Одум, Ю. Экология: в 2 т. / Ю. Одум. - М.: Мир, 1986. - Т. 1. – 328 с
8. Сукачев В. Н. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли: соотношение понятий «биогеоценоз», «экосистема», «географический ландшафт» и «фация» / В. Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии / под ред. Н. В. Дылиса. – М.: Наука, 1964. – С. 5 – 49. 2.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Veber A. B. Vozmozhno li ustojichivoe razvitie? [Is Sustainable Development Possible?] // Svobodnaja mysl' [Free Thought] / A. B. Veber. 1. M., 1998. - No. 5, pp. 42-55 [in Russian]
2. Vernadsky V. I. Filosofskie mysli naturalista [Philosophical Thoughts of a Naturalist] / V. I. Vernadsky. Moscow: Nauka, 1988, - 522 p. - ISBN 5-02-003325-1 [in Russian]
3. Vlasjuk T. A. Issledovanie stacionarnykh sostojanij formirovaniya i razvitija prirodnykh zon [Study of Stationary States of Formation and Development of Natural Zones] / T. A. Vlasjuk. M.: Transport: Nauka, Tekhnika, Upravlenie. Nauchnyj informacionnyj sbornik [Transport: Science, Technology, Management. Scientific Information Collection], 2007, - No. 5, pp. 47-51 [in Russian]
4. Gorodnichev R. M. Kharakteristika poverkhnostnykh vodnykh resursov zapadnoj ehkonomicheskoy zony Jakutii. [Characteristics of Surface Water Resources of the Western Economic Zone of Yakutia] / R. M. Gorodnichev, L. A. Pestryakova, I. V. Yadrikhinsky et al. // V sbornike: Ehksperimental'nye i teoreticheskie issledovaniya v sovremennoj nauke.

Sbornik statej po materialam VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [in the Collection: Experimental and Theoretical Studies in Modern Science. Collection of Articles Based on the Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference] 2017, pp. 31-38 [in Russian]

5. Efimov V. M. Geotekhnicheskij monitoring v kriolitozone kak uslovie obespecheniya inzhenerno-ekologicheskoy bezopasnosti promyshlennogo osvoeniya territorii [Geotechnical Monitoring in the Cryolithozone as a Condition for Ensuring Engineering and Environmental Safety of Industrial Development of the Territory] / V. M. Efimov, I. V. Yadrikhinsky, O. I. Moldavanov // V sbornike: Perspektivy razvitiya inzhenernykh izyskaniy v stroitel'stve v Rossijskoy Federacii. Materialy Pjtnadcatoy Obshherossijskoy nauchno-prakticheskoy konferencii izyskatel'skikh organizacij. [Prospects for the Development of Engineering Surveys in Construction in the Russian Federation. Proceedings of the Fifteenth All-Russian Scientific and Practical Conference of Survey Organizations]. 2019, pp. 259-267 [in Russian]

6. Mazur I. I. Kurs inzhenernoy ekologii [Environmental Engineering Course. 2nd edition, revised and updated] / I. I. Mazur, O. I. Moldavanov. M., Vishhaya shkola, 2001, - 510 p. - ISBN 5-06-004188-3 [in Russian]

7. Odum, Yu. Ekologiya: v 2 t. [Ecology: in 2 Volumes] / Yu. Odum. - M.: Mir, 1986. - Vol. 1. - 328 p. [in Russian]

8. Sukachev V. N. Biogeocenozy kak vyrazhenie vzaimodeystviya zhivoy i nezhivoy prirody na poverkhnosti Zemli: sootnoshenie ponyatij «biogeocenozy», «ekosistema», «geograficheskij landshaft» i «faciya» [Biogeocenosis as an Expression of the Interaction of Living and Inanimate Nature on the Earth's Surface: The Relationship of the Concepts "Biogeocenosis", "Ecosystem", "Geographical Landscape" and "Facies"] / N. Sukachev // Fundamentals of forest biogeocenology / Edited by N. V. Dylisa. - M.: Nauka, 1964, pp. 5-49. 2. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.031>

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ГОМЕОСТАЗА ОРГАНИЗМА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА СЕКРЕТОРНЫЕ КАРДИОМИОЦИТЫ

Научная статья

Борискин П.В.<sup>1</sup>, Павлова О.Н.<sup>2,\*</sup>, Гуленко О.Н.<sup>3</sup>, Тулаева О.Н.<sup>4</sup>, Яремин Б.И.<sup>5</sup><sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-8055-1958;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0001-6338-7095;<sup>5</sup> ORCID: 0000-0001-5889-8675;<sup>1</sup> ООО «ТестГен», Ульяновск, Россия;<sup>2,3</sup> Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия;<sup>4</sup> Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, Россия;<sup>5</sup> Центр трансплантации печени НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского, Москва, Россия

\* Корреспондирующий автор (casiopeya13[at]mail.ru)

## Аннотация

При дисбалансе гомеостаза в организме возникает оксидативный стресс. Интенсивность оксидативного стресса можно отслеживать с помощью коэффициентов оксидативного стресса. Цель исследования – интегральная оценка окислительного гомеостаза организма крыс на основе коэффициентов оксидативного стресса при воздействии на секреторные кардиомиоциты. Материалы и методы: использовано 420 крыс-самцов. Крысы были разделены на две группы – интактную и опытную по 210 животных в каждой. Для инициации оксидативного стресса крысам опытной группы проводили криодеструкцию правого предсердия. Для интегральной оценки окислительного гомеостаза у крыс использовали коэффициенты оксидативного стресса. Выводы: окислительный стресс, возникший при криодеструкции правого предсердия до 7 суток опыта, провоцирует снижение активности антиоксидантных ферментов и повышение концентрации продуктов окисления в скелетной мышечной ткани и тканях сердца крыс, но запуск репаративных процессов способствует восстановлению нарушенного окислительно-восстановительного равновесия в организме, что отражается в динамике коэффициентов оксидативного стресса.

**Ключевые слова:** оксидативный стресс, сердечно-сосудистая система, крысы, криодеструкция, кардиомиоциты, коэффициенты оксидативного стресса.

## THE USE OF OXIDATIVE STRESS COEFFICIENTS FOR THE INTEGRAL ASSESSMENT OF THE OXIDATIVE HOMEOSTASIS OF AN ORGANISM IN SECRETORY CARDIOMYOCYTE EXPOSURE

Research article

Boriskin P.V.<sup>1</sup>, Pavlova O.N.<sup>2,\*</sup>, Gulenko O.N.<sup>3</sup>, Tulaeva O.N.<sup>4</sup>, Yaremin B.I.<sup>5</sup><sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-8055-1958;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0001-6338-7095;<sup>5</sup> ORCID: 0000-0001-5889-8675;<sup>1</sup> TestGen LLC, Ulyanovsk, Russia;<sup>2,3</sup> Samara State Transport University, Samara, Russia;<sup>4</sup> Samara State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russia;<sup>5</sup> Liver Transplantation Center of the Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

\* Corresponding author (casiopeya13[at]mail.ru)

## Abstract

An imbalance of homeostasis in an organism causes oxidative stress to occur. The intensity of oxidative stress can be tracked via oxidative stress coefficients. The aim of the study is an integral assessment of the oxidative homeostasis in rats based on the oxidative stress coefficients when affecting secretory cardiomyocytes. Materials and methods: the study utilized 420 male rats in total. The rats were divided into two groups – an intact group and an experimental group with 210 animals in each group. To initiate oxidative stress, the rats of the experimental group underwent cryodestruction of the right atrium. For the integral assessment of oxidative homeostasis, the coefficients of oxidative stress were used. Conclusion: the oxidative stress that occurred during cryodestruction of the right atrium before 7 days of the experiment provokes a decrease in the activity of antioxidant enzymes and an increase in the concentration of oxidation products in skeletal muscle tissue and heart tissues of rats, while the launch of reparative processes contributes to the restoration of the disturbed redox balance in the body, which is reflected in the dynamics of oxidative stress coefficients.

**Keywords:** oxidative stress, cardiovascular system, rats, cryodestruction, cardiomyocytes, oxidative stress coefficients.

## Введение

Окружающая среда всегда избыточно и многофакторно воздействует на живые организмы. К таким воздействиям относятся практически все входящие потоки от материальных до информационно-энергетических, вызывающие как положительные, так и отрицательные изменения [1], [2]. При идеальном состоянии защитных систем организма несмотря на интенсивные внешние воздействия удается поддерживать гомеостатическое равновесие и нивелировать возможность развития патологических состояний. Однако, уже один только факт, что большая часть обменных

процессов, обеспечивающих клетки энергией, относится к окислительно-восстановительным реакциям, ярко иллюстрирует хрупкость этого равновесия. При малейшем сбое в работе антиоксидантной системы начинается накопление активных форм кислорода (АФК), возникает дисбаланс при распределении продуктов окисления. Изменение концентрации АФК в сторону увеличения приводит к деструкции липидов, а значит к деградации мембранного комплекса клеток, на котором, собственно, и базируются все жизнеобеспечивающие процессы. Длительное состояние сбоя антиоксидантной защиты приводит к развитию оксидативного стресса, что в свою очередь приводит к всеерному развитию патологических состояний, затрагивающих не только клеточный уровень, но и уровень систем органов [3], [4], [5].

Интенсивность оксидативного стресса можно отслеживать по активности антиоксидантных ферментов организме с помощью коэффициентов оксидативного стресса, но так как множественные литературные данные весьма противоречивы данная тематика не теряет своей актуальности.

Цель исследования – интегральная оценка окислительного гомеостаза организма крыс на основе коэффициентов оксидативного стресса при воздействии на секреторные кардиомиоциты.

Задачи исследования: установить динамику коэффициентов оксидативного стресса в тканях сердца и скелетной мышечной ткани интактных крыс и животных с индуцированным оксидативным стрессом путем криодеструкции правого предсердия в динамике.

### Материалы и методы

В исследовании было использовано 420 крыс-самцов шестимесячного возраста, массой 230-250 г, которые содержались в виварии. Крысы были разделены на две группы – интактную (1) и опытную (2) по 210 животных в каждой. Для инициации оксидативного стресса крысам опытной группы проводили криодеструкцию правого предсердия. Подробная методика нашего эксперимента изложена в наших предыдущих публикациях [3], [4].

Для интегральной оценки окислительного гомеостаза у крыс использовали коэффициенты оксидативного стресса: коэффициент, выражающий отношение активности каталазы к активности супероксиддисмутазы (СОД); антиоксидантно-прооксидантный индекс (АПИ), выражающий соотношение активности каталазы к концентрации малонового диальдегида (МДА); коэффициент отношения концентрации МДА к концентрации диеновых конъюгатов (ДК) и локальный антиоксидантный индекс (ЛАИ) представляющий собой отношение произведения активностей каталазы и СОД к концентрации МДА. Коэффициенты рассчитывали для скелетной мышечной ткани и тканей сердца, в которых стандартными методами предварительно определяли активность каталазы, и СОД, а также концентрацию МДА и ДК [6], [7].

Исследование выполнено в соответствии с правилами лабораторной практики в Российской Федерации: приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08.1977 г.; приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003 г.; закон «О защите животных от жестокого обращения» гл. V, ст. 104679-ГД от 01.12.1999 г. На проведение эксперимента получено заключение Комитета по биоэтике при «Медицинском университете «Реавиз» № 167 от 18 сентября 2019 г.

Для анализа полученных данных использовали непараметрический статистический анализ.

### Основные результаты

На рисунке 1 отражена динамика коэффициента каталаза/СОД в тканях сердца животных в течение эксперимента.

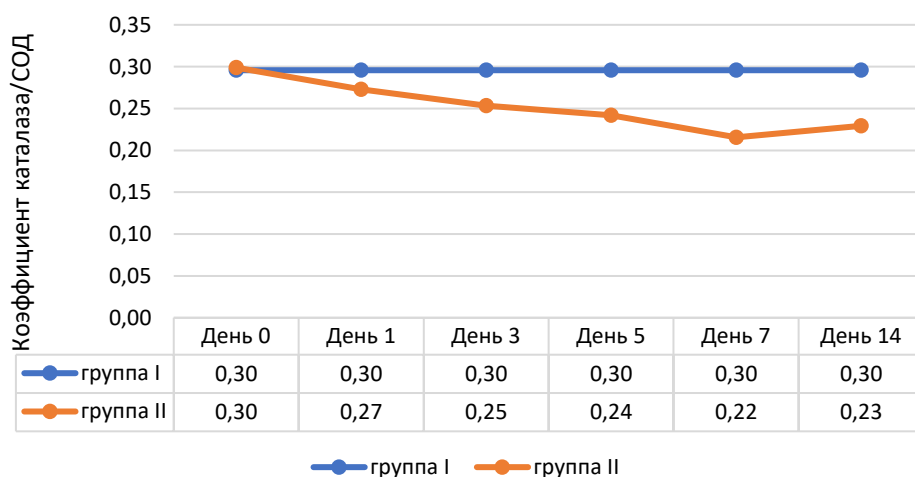


Рис. 1 – Динамика коэффициента каталаза/СОД в тканях сердца крыс интактной и опытной групп

Согласно представленным данным, в течение опыта отношение активности каталазы к активности СОД у интактных крыс оставалось неизменным, а у крыс экспериментальной группы на фоне криодеструкции правого предсердия и повреждения кардиомиоцитов планомерно снижалось до 7 суток опыта, а затем наметилась тенденция к стабилизации уровня коэффициента.

Динамика коэффициента каталаза/СОД в скелетной мышечной ткани крыс представлена на рисунке 2.

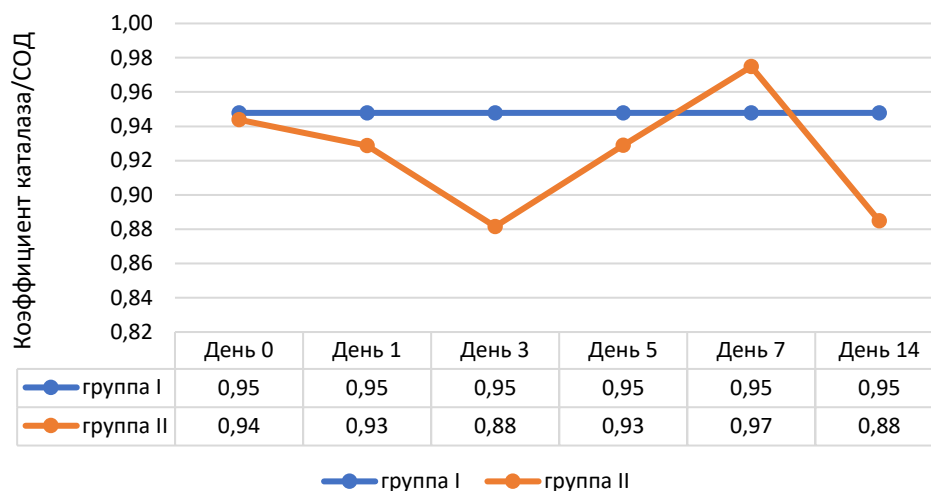


Рис. 2 – Динамика коэффициента каталаза/СОД в скелетной мышечной ткани крыс интактной и опытной групп

Значение коэффициента около 1, свидетельствует о высокой активности каталазы и СОД в скелетной мышечной ткани животных обеих групп. У крыс интактной группы значение коэффициента не менялось в течение опыта, а у крыс экспериментальной группы – менялось скачкообразно: до 3 суток наблюдалось падение значения (активность СОД существенно преобладала над активностью каталазы); на 7 сутки коэффициент вернулся практически к физиологической норме, но на 14 сутки установлено падение значения.

На рисунке 3 отражена динамика коэффициента каталаза/МДА в тканях сердца животных в течение эксперимента.

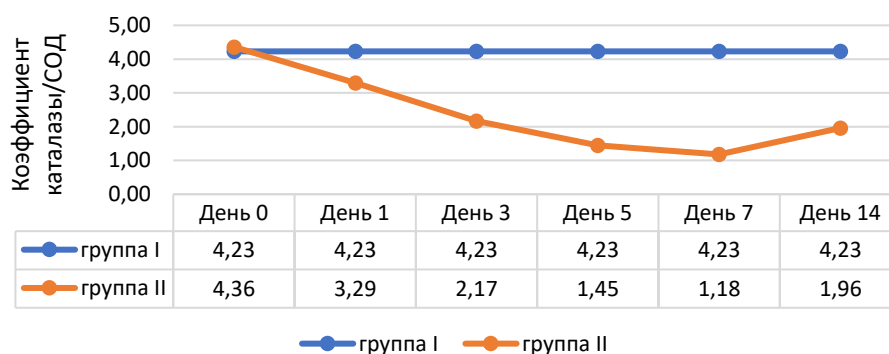


Рис. 3 – Динамика коэффициента каталаза/МДА в тканях сердца крыс интактной и опытной групп

Согласно представленным данным, в течение опыта отношение активности каталазы к концентрации МДА у интактных крыс оставалось неизменным, а у крыс экспериментальной группы снижалось до 7 суток опыта, а затем, на 14 сутки, существенно возросло.

Динамика коэффициента каталаза/МДА в скелетной мышечной ткани крыс представлена на рисунке 4.

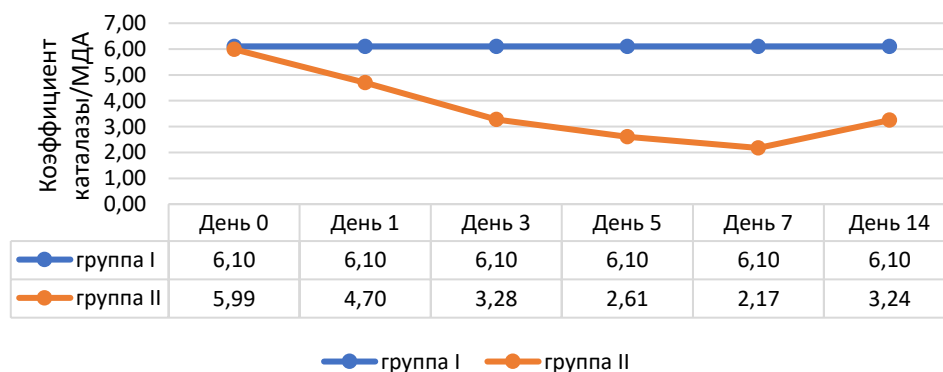


Рис. 4 – Динамика коэффициента каталаза/МДА в скелетной мышечной ткани крыс интактной и опытной групп

Согласно графику, динамика коэффициента каталаза/МДА в скелетной мышечной ткани крыс интактной и опытной групп соответствовала таковой в тканях сердца.

На рисунке 5 отражена динамика коэффициента МДА/ДК в тканях сердца животных в течение эксперимента.

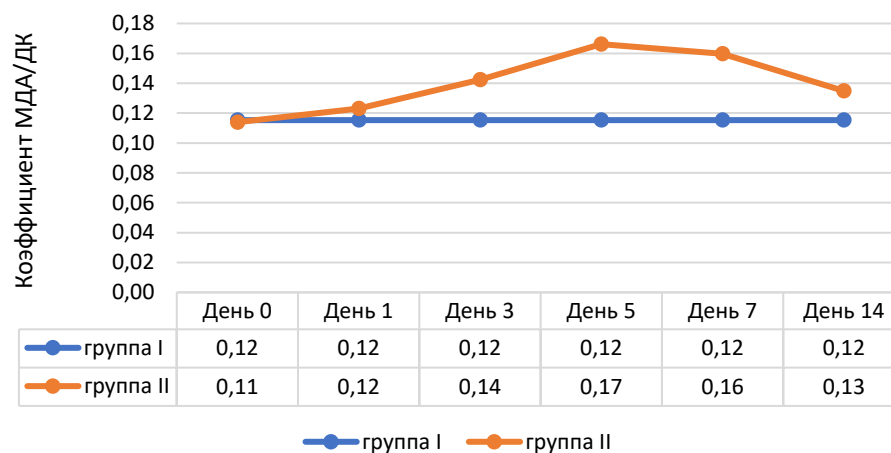


Рис. 4 – Динамика коэффициента МДА/ДК в тканях сердца крыс интактной и опытной групп

Из рисунка следует, что у интактных крыс коэффициент МДА/ДК на протяжении опыта не изменялся, а у крыс экспериментальной группы до 5 суток эксперимента возрастал, но к 14 суткам практически соответствовал исходному значению.

Динамика коэффициента МДА/ДК в скелетной мышечной ткани крыс представлена на рисунке 6.

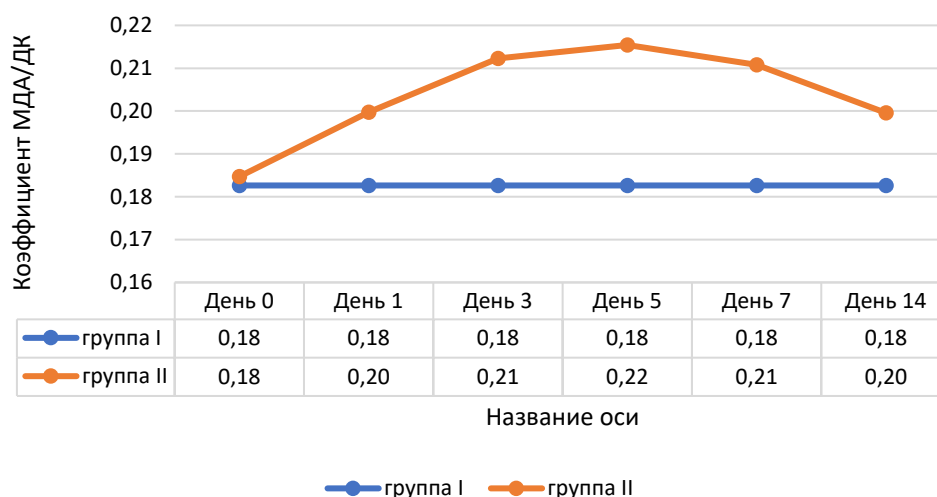


Рис. 6 – Динамика коэффициента МДА/ДК в скелетной мышечной ткани крыс интактной и опытной групп

Согласно графику, динамика коэффициента МДА/ДК в скелетной мышечной ткани крыс интактной и опытной групп соответствовала таковой в тканях сердца.

На рисунке 7 отражена динамика коэффициента ЛАИ в тканях сердца животных в течение эксперимента.

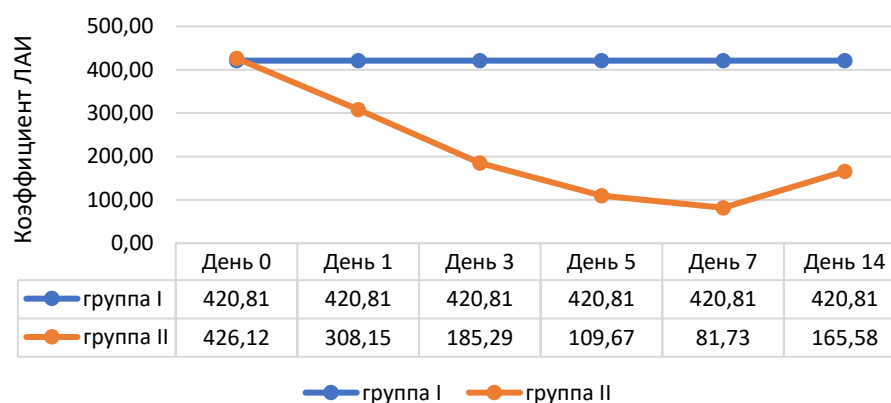


Рис. 7 – Динамика коэффициента ЛАИ в тканях сердца крыс интактной и опытной групп

В течение эксперимента значение ЛАИ у интактных крыс оставалось неизменным, а у крыс опытной группы на фоне индуцированного оксидативного стресса интенсивно снижалось до 7 суток опыта, а затем установлена тенденция к стабилизации уровня коэффициента.

Динамика ЛАИ в скелетной мышечной ткани крыс представлена на рисунке 8.

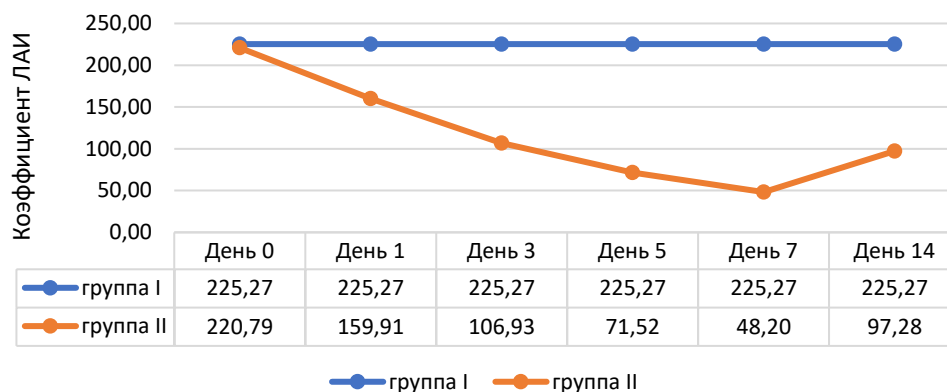


Рис. 8 – Динамика коэффициента ЛАИ в скелетной мышечной ткани крыс интактной и опытной групп

Согласно графику, динамика коэффициента ЛАИ в скелетной мышечной ткани крыс интактной и опытной групп соответствовала таковой в тканях сердца.

### Обсуждение

Криодеструкция миокарда правого предсердия провоцирует разрушение тканей и стимулирует окислительные процессы в организме. На фоне индуцированного оксидативного стресса снижается активность антиоксидантных ферментов и повышается концентрация продуктов окисления. Коэффициент, выражающий отношение активности каталазы к активности СОД, отражает дисбаланс работы антиоксидантной системы организма и является интегральным показателем функционирования ферментов антирадикальной защиты. Дело в том, что полнота антиоксидантной защиты обеспечивается совместным действием СОД и каталазы, так как при дисмутации супероксидного радикала образуется биологически активный интермедиат кислорода – перекись водорода, разрушаемая каталазой и пероксидазами. Соотношение активности каталазы к концентрации МДА является антиоксидантно-прооксидантным индексом (АПИ) и отражает дисбаланс в равновесии окислительно-восстановительных процессов. Коэффициент отношения концентрации МДК к концентрации ДК позволяет судить об общей направленности и интенсивности свободно-радикальных процессов и характеризует функциональное состояние антиоксидантной системы организма. Данный коэффициент позволяет судить об интенсивности перехода первичных продуктов окисления (ДК) в промежуточные и конечные продукты окисления (МДА).

Локальный антиоксидантный индекс (ЛАИ) представляет собой отношение произведения активностей каталазы и СОД к концентрации МДА и отражает состояние антиоксидантной системы.

### Заключение

Окислительный стресс, возникший при криодеструкции правого предсердия до 7 суток опыта, провоцирует снижение активности антиоксидантных ферментов и повышение концентрации продуктов окисления в скелетной мышечной ткани и тканях сердца крыс, но запуск репаративных процессов способствует восстановлению нарушенного окислительно-восстановительного равновесия в организме, что отражается в динамике коэффициентов оксидативного стресса.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Droge W. Free radicals in physiological control of cell function / W. Droge // *Physiol Rev* 2002; 82: 47–95.
2. Ляхович В.В. Активная защита при окислительном стрессе. Антиоксидант-реактивный элемент / В.В. Ляхович, В.А. Вавилин, Н.К. Зенков и соавт. // *Биохимия*. – 2006. – Т. 71, Вып. 9. – С. 1183–1197.
3. Борискин П.В. Адаптационные изменения активности каталазы в тканях сердца и сыворотке крови крыс при воздействии на секреторные кардиомиоциты / П.В. Борискин, О.Н. Гуленко, О.Н. Павлова // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2020. – № 12 (102), часть II, декабрь. – С. 56–62.
4. Борискин П.В. Реактивные изменения активности каталазы в тканях печени крыс при воздействии на секреторные кардиомиоциты / П.В. Борискин, О.Н. Гуленко, О.Н. Павлова и др. // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2021. – № 2 (104), часть I, февраль. – С. 102–105.
5. Луцкий М.А. Активность эндогенной системы антиоксидантной защиты в процессе жизнедеятельности организма. / М.А. Луцкий, Т.В. Кукова, М.А. Смелянец и др. // *Успехи современного естествознания*. – 2014. – № 12-1. – С. 20–23.
6. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Под общ. ред. Р.У. Хабриева. 2-изд., перераб. и доп. – М.: Медицина. – 2005. – С. 832.
7. Арутюнян А.В. Методы оценки свободнорадикального окисления и антиоксидантной системы организма / А.В. Арутюнян, Е.Е. Дубинина, Н.Н. Зыбина // *Методические рекомендации*. – СПб: ИКФ Фолиант, – 2000. – 102 с.



**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Droge W. Free radicals in physiological control of cell function / W. Droge // *Physiol Rev* 2002; 82: 47–95.
2. Ljahovich V.V. Aktivnaja zashhita pri okislitel'nom stresse. Antioksidantresponsivnyj jelement [Active protection under oxidative stress. Antioxidant-reactive element] / V.V. Ljahovich, V.A. Vavilin, N.K. Zenkov et al. // *Biohimija* [Biochemistry]. – 2006. – Vol. 71, Issue. 9. – P. 1183–1197. [in Russian]
3. Boriskin P.V. Adaptacionnye izmeneniya aktivnosti katalazy v tkanjah serdca i syvorotke krovi krysa pri vozdeystvii na sekretornye kardiomiocyty [Adaptation changes of catalase activity in heart tissue and serum of rats under exposure to secretory cardiomyocytes] / P.V. Boriskin, O.N. Gulenko, O.N. Pavlova // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Journal of Scientific Research]. – 2020. – № 12 (102), part II. – P. 56-62. [in Russian]
4. Boriskin P.V. Reaktivnye izmeneniya aktivnosti katalazy v tkanjah pecheni krysa pri vozdeystvii na sekretornye kardiomiocyty [Reactive changes of catalase activity in rat liver tissues when exposed to secretory cardiomyocytes] / P.V. Boriskin, O.N. Gulenko, O.N. Pavlova et al. // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Scientific Journal]. – 2021. – № 2 (104), part I. – P. 102-105
5. Luckij M.A. Aktivnost' jendogennoj sistemy antioksidantnoj zashhity v processe zhiznedejatel'nosti organizma [Activity of endogenous antioxidant protection system in the process of organism life activity] / M.A. Luckij, T.V. Kuksova, M.A. Smeljanec et al. // *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in modern natural science] – 2014. – № 12-1. – P. 20-23 [in Russian]
6. Rukovodstvo po jeksperimental'nomu (doklinicheskomu) izucheniju novyh farmakologicheskikh veshhestv [Guidelines for experimental (preclinical) study of new pharmacological substances] / ed. R.U. Habrieva. 2-nd. edition. - M.: Medicina. – 2005. – P. 832. [in Russian]
7. Arutjunjan A.V. Metody ocenki svobodnoradikal'nogo okisleniya i antioksidantnoj sistemy organizma [Methods for evaluation of free-radical oxidation and antioxidant system of organism] / A.V. Arutjunjan, E.E. Dubinina, N.N. Zybina // *Metodicheskie rekomendacii* [Methodological recommendations]. – SPb: IKF Foliant, – 2000. – 102 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.032>**БЕЛКИ СЫВОРОТКИ КРОВИ НЕКОТОРЫХ РЫБ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ,  
ВОЗРАСТНОЙ И ПОЛОВОЙ АСПЕКТЫ**

Научная статья

**Гулиев Р.А.<sup>1</sup>, Бурлаков И.А.<sup>2</sup>, Крючков В.Н.<sup>3</sup>, Волкова И.В.<sup>4</sup>\***<sup>1</sup> Федеральная сеть клинично-диагностических лабораторий СИТИЛАБ, Москва, Россия;<sup>2, 3, 4</sup> Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

\* Корреспондирующий автор (gridasova[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье изучено антропогенное воздействие на биосистемы рыб, в частности, на их биохимические показатели крови. Были изучены закономерности изменений показателей крови рыб дельты Волги в зависимости от сезона, пола и возраста. Уровень общего белка и соотношение отдельных белковых фракций меняются в зависимости от характера питания и обеспеченности пищей, сезонной цикличности, степени половой зрелости и экологических условий. Авторами показано, что белковый состав сыворотки крови – это высоко лабильная система, чутко отражающая изменения внутренней среды под влиянием различных факторов абиотической и биотической природы.

**Ключевые слова:** белок сыворотки крови, альбумин, лещ, сазан, судак, фракционный состав белков.

**SERUM PROTEINS OF SELECTED FISH OF THE VOLGA DELTA: AGE AND SEX ASPECTS**

Research article

**Guliev R.A.<sup>1</sup>, Burlakov I.A.<sup>2</sup>, Kryuchkov V.N.<sup>3</sup>, Volkova I.V.<sup>4</sup>\***<sup>1</sup> Federal Network of Clinical and Diagnostic Laboratories CITILAB, Moscow, Russia;<sup>2</sup> Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

\* Corresponding author (gridasova[at]mail.ru)

**Abstract**

The article explores the anthropogenic impact on the fish biosystems, in particular, the attention is centered on their biochemical blood parameters. The research contains a study of the regularities of changes in blood parameters of fish of the Volga Delta depending on the season, sex, and age. The level of total protein and the ratio of individual protein fractions vary depending on the nature of nutrition and food availability, seasonal rhythm, the degree of sexual maturity, and environmental conditions. The authors of the study demonstrate that the protein composition of blood serum is a highly labile system that reflects changes in the internal environment with high accuracy and under the influence of various factors of abiotic and biotic nature.

**Keywords:** blood serum protein, albumin, bream, carp, zander, fractional composition of proteins.

**Введение**

Изучение антропогенных воздействий на водные экосистемы ещё долго не потеряет своей актуальности. Биосистемы очень чувствительны к внешним воздействиям, однако зачастую далеко не очевидно, насколько выявляемые реакции биосистемы отражают уровень опасности воздействия.

Важнейшей парадигмой экологических исследований является оценка, насколько выявляемые изменения на различных уровнях организации биосистем (популяционном, организменном, органном и т.д.) соотносятся с таким интегральным показателем, как «здоровье», в частности, рыб.

При ветеринарной диагностике состояния здоровья (или иммунного статуса, влияния среды обитания) немаловажное значение имеют биохимические показатели крови. Заметные изменения биохимических параметров крови могут быть обусловлены различными раздражителями: стрессом, воздействием загрязняющих веществ, гормональным дисбалансом и болезнями. Вместе с тем, кровь, как лабильная структура, не может не отражать и нормальные физиологические изменения, которые закономерно возникают в организме, например в связи с репродуктивными циклами, нагулом, зимовкой, миграциями. Поэтому при использовании тех или иных показателей организма в качестве индикаторов внешнего воздействия необходимо учитывать ряд закономерностей, связанных с протеканием физиологических процессов.

В связи с вышеизложенным нами были изучены основные биохимические некоторых видов рыб дельты Волги на предмет выявления закономерностей изменений показателей крови в зависимости от сезона, пола и возраста рыб.

Один из часто используемых показателей – содержание в крови общего водорастворимого белка. Общий белок представляет собой суммарную концентрацию альбуминов и глобулинов, находящихся в сыворотке крови. Белки крови выполняют в организме множество важнейших функций: свертывание крови, поддержание постоянства pH крови, осуществление транспорта веществ (перенос жиров, билирубина, стероидных гормонов в ткани и органы), участвуют в иммунных реакциях и т.п. В виду этого постоянство внутренней среды обуславливается в значительной степени веществами белковой природы. В свою очередь, содержание белков в крови зависит от физиологического состояния организма, условий нагула и других, порой трудно контролируемых факторов.

**Методы и принципы исследования**

Объектами исследования послужили разновозрастные особи леща *Abramis brama* L., 1758, густеры *Blicca bjoerkna* L., 1758, серебряного карася *Carassius gibelio* Bloch, 1782, сазана *Cyprinus carpio* L., 1758 и судака *Sander lucioperca* L., 1758. На месте лова производился отбор крови прижизненно из хвостовой вены путём прокола хвостового стебля, у мелких экземпляров – методом каудэктомии. Биохимический анализ крови осуществлялся с

использованием биохимического автоматического анализатора BS-200. Естественные гетерогемагглютинины (к эритроцитам беспородного кролика) в сыворотке крови и экстрактах органов определяли в планшетах с U-образными лунками [4].

Количество иммуноглобулинов определяли ускоренным способом определения по реакции с раствором сульфата цинка [1].

Для анализа использовалось не менее 15 экз. рыб в каждой возрастной группе.

Полученные в исследовании результаты обрабатывались статистически, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента [3].

### Основные результаты

Содержание и соотношение фракций белков сыворотки крови во многом является видоспецифичными показателями [2]. Изоморфизм белков рыб рассматривают, с одной стороны, как следствие внутривидовой изменчивости, а с другой – как результат влияния различных внешних факторов, в том числе и загрязнения водоемов. Белки рыб, следовательно, могут служить одним из показателей при экомониторинге, наряду с другими параметрами [6].

Содержание белков в сыворотке крови леща показано в таблице 1.

В возрасте 1+ (двухлетки) у самцов и самок отмечено практически одинаковое содержание общих сывороточных белков (ОСБ) ( $49,6 \pm 0,3$  и  $48 \pm 0,1$  г/л соответственно), различия в пределах статистической погрешности. С увеличением возраста (до 3-х лет) количество общего белка в крови леща увеличивается примерно в 1,5 раза с  $48 - 49,6$  г/л до  $67,2 - 69,1$  г/л, при этом каких-либо половых различий по содержанию общего белка, как и у двухлеток, не наблюдается. В дальнейшем (до возраста 5 лет) содержание белка увеличивается до  $71-72$  г/л и самцов и до  $75-76$  г/л у самок леща ( $P < 0,05$ ).

Таблица 1 – Содержание белков в сыворотке крови леща

Возраст, лет	Общий белок г/л		Альбумины, г/л		Глобулины, г/л	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
1+	$49,6 \pm 0,3$	$48 \pm 0,1$	$32,5 \pm 0,4$	$30,1 \pm 0,5$	$17,1 \pm 0,1$	$17,9 \pm 0,1$
2+	$67,2 \pm 0,8^*$	$69,1 \pm 0,5^*$	$21,2 \pm 0,3^*$	$20,2 \pm 0,6^*$	$46,0 \pm 0,5^*$	$48,9 \pm 0,7^*$
3+	$72,3 \pm 0,5$	$75,5 \pm 0,9^*$	$35,6 \pm 0,4^*$	$34,3 \pm 0,5^*$	$36,7 \pm 0,5^*$	$41,2 \pm 0,5^*$
4+	$71,9 \pm 0,7$	$76,0 \pm 0,5$	$38,2 \pm 0,5^*$	$42,1 \pm 0,7^*$	$33,7 \pm 0,4$	$33,9 \pm 0,3^*$

Примечание: \* – значения, достоверно отличающиеся от предыдущих

Также, начиная с возраста 2+, отмечается небольшое, но статистически достоверное преобладание общего белка у самок над аналогичным показателем у самцов ( $P < 0,05$ ).

Минимальное содержание ОСБ обнаруживалось у сеголетков густеры (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Содержание общего белка в сыворотке крови густеры

Возраст, лет	Среднее содержание общего белка, г/л	
	♂♂	♀♀
1+	$46,5 \pm 0,3$	$47,2 \pm 0,3$
2+	$47,7 \pm 0,4$	$59,4 \pm 0,5^*$
3+	$52,2 \pm 0,5^*$	$65,5 \pm 0,5^*$
4+	$55,9 \pm 0,4$	$67,3 \pm 0,5$

Примечание: \* – значения, достоверно отличающиеся от предыдущих

По мере взросления наблюдается, во-первых, устойчивый рост показателя и, во-вторых, обозначается отчетливая разница между самками и самцами по содержанию в крови ОСБ.

Так же, как и у леща, у серебряного карася максимальный уровень содержания общего белка в сыворотке наблюдается в возрасте 4 лет ( $59,2 - 60,1$  г/л), а минимум был отмечен у сеголетков ( $36,6 - 44,4$  г/л) (см. таблицу 3). Количество общего белка у самок выше, чем у самцов на  $0,9 - 7,8$  г/л. Уровень содержания общего белка в сыворотке крови, так же как у выше рассмотренного леща, имеет тенденцию к увеличению с возрастом, но в отличие от судака (см. ниже) резких колебаний не наблюдается.

Таблица 3 – Содержание общего белка в сыворотке крови серебряного карася

Возраст, лет	Среднее содержание общего белка, г/л	
	♂♂	♀♀
0+	$36,6 \pm 0,3$	$44,4 \pm 0,2$
1+	$49,6 \pm 0,8$	$51,2 \pm 0,9$
2+	$49,8 \pm 0,1$	$54,8 \pm 0,3$
3+	$59,2 \pm 0,7$	$60,1 \pm 0,4$

Среди рассмотренных карповых видов рыб наименьшее количество общего белка было выявлено в крови сазана (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Содержание общего белка в сыворотке крови сазана

Возраст, лет	Среднее содержание общего белка, г/л	
	♂♂	♀♀
0+	38,73 ± 0,3	44,89 ± 1,2
1+	40,23 ± 2,6	39,41 ± 0,8
2+	31,63 ± 1,2	41,19 ± 1,5
3+	42,2 ± 2,2	45,4 ± 2,4

Несмотря на отмечаемые колебания, с возрастом этот показатель остаётся примерно на том же уровне. Половые различия по количеству общего белка незначительны и большей частью статистические недостоверны.

Как видно из таблицы 5, наименьшее содержание ОСБ в крови характерно для неполовозрелых рыб, причём для самок и самцов этот показатель практически не отличается.

Судак начинает созревать уже в 2 года, хотя этот процесс весьма растянут – массово судаки созревают в возрасте четырёх лет [5]. Максимальное содержание общего белка отмечено у трёхлеток судака (самцы – 85,6 г/л; самки – 88,4 г/л). Можно предположить, что в наибольшей степени повышение концентрации сывороточных белков связано с наступлением половозрелости и активизацией в связи с этим гаметогенеза, который сопровождается синтезом питательных веществ, в том числе и белковой природы, накапливающихся в половых продуктах. В пользу этого положения свидетельствует и тот факт, что концентрация ОСБ в крови у самок судака выше, чем у самцов ( $P < 0,05$ ); эта разница колеблется в пределах от 0,4 до 7,6 г/л. Потребность в синтезе белка для созревания гонад у самок значительно больше по сравнению с самцами.

Таблица 5 – Содержание белков в сыворотке крови судака

Возраст, лет	Общий белок г/л		Альбумины, г/л		Глобулины, г/л		Белковый коэффициент	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
0+	70,2±0,3	70,6±0,8	36,3±0,5	32,3±0,7	33,9±0,3	38,3±0,3	1,07±0,02	0,84±0,01
1+	70,8±0,8	73,2±0,9	35,6±0,6	32,3±0,4	35,2±0,3	40,9±0,4	1,01±0,01	0,79±0,02
2+	71,6±0,1	79,2±0,3	31,3±0,6	20,7±0,3	40,3±0,3	58,5±0,6	0,78±0,02	0,35±0,01
3+	85,6±0,7	88,4±0,4	33,8±0,7	20,4±0,3	51,8±0,5	68,0±0,7	0,65±0,02	0,30±0,01

По среднему значению содержания общего белка самки превосходят самцов у всех рассмотренных в данной работе видов рыб примерно на 2-7 г/л. Возможно, это связано с тем, что половозрелые самки по размерам достоверно крупнее самцов в пределах одной возрастной группы, кроме того, существует необходимость в синтезе белков, которые принимают участие в созревании половых продуктов.

При оценке физиологического состояния большое диагностическое значение имеет белковый коэффициент – показатель количественного отношения альбуминов к глобулинам. К изменению значений белкового коэффициента могут приводить разные причины. Так, например, к снижению коэффициента может привести голодание вследствие обеднения кормовой базы (сезонные изменения, экологические причины) или же снижение интенсивности питания в период нерестовых миграций и собственно нереста. Также уменьшение белкового коэффициента может встречаться при нарушениях печени, сопровождающихся снижением её метаболической активности. В то же время в период активного нагула потребление богатой белками пищи обуславливает увеличение рассматриваемого показателя.

Глобулины сыворотки крови участвуют в транспортировке липидов, гормонов, витаминов и ионов металлов, образуют важные компоненты системы свертывания крови, антитела иммунной системы.

Динамика изменения уровня глобулинов у судака подвержена закономерностям, схожими с таковыми по содержанию в крови общего белка. Что же касается концентрации в сыворотке крови альбумина, то их динамика имеет некоторые особенности (см. таблицу 5). Максимальное количество глобулинов отмечается у 4-х летних рыб (самцы - 51,8±0,5 г/л, самки – 68±0,7 г/л), минимальное – у сеголеток (32,3 - 33,9 г/л). В возрасте 2-х лет белковый коэффициент самок судака равен 1,07, а у самцов начинается сдвиг в сторону глобулинов - белковый коэффициент равен 0,78, в дальнейшем с возрастом и у самок наблюдается значительное смещение коэффициента в сторону глобулиновой фракции. К возрасту 4 году эти значения у самок и самцов опускаются до уровня 0,65 и 0,3 соответственно.

У леща и у самок, и у самцов в возрасте двух лет, примерно одинаковые концентрации белковых фракций, и белковый коэффициент приближается к 2 единицам. В возрасте 3 лет у обоих полов происходит уменьшение белкового коэффициента ниже 0,5 ед., глобулиновая фракция заметно превалирует над альбуминовой. Затем происходит увеличение белкового коэффициента как у самок, так и у самцов. У самок на 5 году белковый коэффициент несколько больше, чем у самцов. Превышение альбуминовой фракции у самок над аналогичным показателем самцов можно объяснить большим их синтезом у самок в связи с процессами гаметогенеза.

Показатели альбумина в первые два года жизни у серебряного карася между самками и самцами практически не отличаются, в свою очередь содержание общего белка увеличивается в первые два года и у самцов, и у самок (см. таблицу 6).

Таблица 6 – Содержание альбуминов и глобулинов в сыворотке крови карася

Возраст, лет	Содержание альбуминов, г/л		Содержание глобулинов, г/л		Белковый коэффициент	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
0+	20,4±0,3	20,4±0,5	16,2±0,5	24,0±0,2	1,26±0,02	0,85±0,07
1+	20,7±0,8	20,8±0,1	28,9±0,4*	30,4±0,4*	0,72±0,04	0,68±0,05
2+	18,2±1,2	35,4±0,5	31,6±0,7*	19,4±0,2*	0,58±0,03	1,82±0,02
3+	20,1±0,3	35,4±1,4	39,1±0,6*	24,7±0,4	0,51±0,03	1,43±0,08

Примечание: \* – значения, достоверно отличающиеся от предыдущих

В возрасте 2-3 лет происходит смещение показателей белковых фракций, у самцов в сторону глобулина, а у самок в сторону альбумина, в результате чего белковые коэффициенты к 4 годам становятся 0,51 и 1,43 у самцов и самок соответственно. При этом у ювенальных особей белковый коэффициент был равен значениям 1,26 и 0,85 самцов и самок соответственно. В 3 года серебряный карась достигает половозрелости, время нереста, увеличение скорости метаболизма и включения компенсаторных механизмов по-разному влияет на организмы самцов и самок карася. В отличие от леща, у карася только для самок характерен сдвиг белково-фракционного баланса в сторону альбуминовой фракции, которая, как известно, выполняет основные транспортно-метаболические функции, а у самцов в сторону глобулиновой фракции, отражающую интенсивность иммунного ответа и эффективную работу факторов свёртывания крови при регенерации. В пользу последнего тезиса свидетельствуют данные по содержанию в крови иммуноглобулинов, как естественных, так и тех, которые могут быть отнесены к иммунным. Так, если у самцов карася в возрасте 0+ содержание гемагглютининов к эритроцитам кролика (естественных антител ЕАТ) составило  $11,5 \pm 1,4$  усл.ед./мл, то у четырёхлеток наблюдалось повышение показателя до  $13,2 \pm 1,4$  усл.ед./мл ( $P < 0,05$ ). Увеличение содержания иммуноглобулинов составило с  $0,77 \pm 0,06$  до  $1,32 \pm 0,02$  г% ( $P < 0,05$ ).

Сведения по фракционному составу белков сыворотки сазана показаны в таблице 7.

Таблица 7 – Содержание альбуминов и глобулинов в сыворотке крови сазана

Возраст, лет	Содержание альбуминов, г/л		Содержание глобулинов, г/л		Белковый коэффициент	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
0+	15,21±0,2	16,98±0,3	23,52±0,4	27,91±0,3	0,65±0,04	0,61±0,05
1+	15,23±0,2	17,14±0,2	25,07±0,3	22,27±0,3*	0,60±0,05	0,77±0,07*
2+	14,63±0,2	15,2±0,4	17,67±0,3*	25,99±0,5*	0,84±0,07*	0,58±0,06*

Примечание: \* – значения, достоверно отличающиеся от предыдущих

Для сазана характерны относительно стабильные показатели альбуминовой фракции, выраженных колебаний, как у выше рассмотренных видов, не отмечается. В данном случае мы связываем это с тем, что рассмотрен небольшой возрастной ряд сазана, до трёхлеток включительно. При этом созревание сазана только начинается в три года (самцы), самки массово созревают в возрасте от трёх до пяти лет. Максимальные колебания количества альбуминов у самок и самцов относительно среднего показателя трёх лет ( $14,89$  г/л и  $16,44$  г/л соответственно), находится в границах  $0,12-0,43$  у самок,  $0,7-1,24$  г/л у самцов. За счет стабильности показателей глобулиновой фракции общий белок и белковый коэффициент так же не показали выраженных возрастных и половых колебаний в рассмотренном возрастном интервале. Одновременно с относительной стабильностью фракции глобулинов показаны незначительные изменения в содержании иммуноглобулинов. Так, минимальное количество иммуноглобулинов в крови сазана было у сеголеток –  $0,21 \pm 0,01$  и  $0,20 \pm 0,01$  г% у самок и самцов соответственно. У трёхлеток уровень содержания иммуноглобулинов изменился незначительно, у самок до  $0,24 \pm 0,03$ , а у самцов –  $0,22 \pm 0,02$  г% соответственно. Что касается содержания ЕАТ, то с возрастом у сазана было выявлено некоторое снижения их активности с  $9,1 \pm 0,8$  до  $7,8 \pm 0,4$  усл.ед./мл ( $P < 0,05$ ).

### Заключение

Белки сыворотки крови являются достаточно лабильной системой, отражающей состояние организма, а также изменения, происходящие в нем под действием внутренних и внешних факторов.

Содержание белка в сыворотке крови рыб служит экспресс-тестом для определения уровня физиологического состояния рыб. Функциональная нагрузка, вызванная действием факторов среды, приводит к активации синтеза белков сыворотки крови, и, как следствие, к формированию четкого белкового статуса, который характеризуется видовыми особенностями и вариабельностью в конкретных условиях обитания рыб. Уровень общего белка и соотношение отдельных белковых фракций меняются в зависимости от характера питания и обеспеченности пищей, сезонной цикличности, степени половой зрелости и экологических условий. Большинство исследователей придерживается мнения, что сезонные изменения содержания общего белка сыворотки крови рыб связаны с использованием его резервов на формирование генеративных продуктов.

С понижением температуры воды осенью и зимой активность обмена падает, что ведет к уменьшению уровня общего белка и последующему повышению его в теплое время года. Таким образом, белковый состав сыворотки крови – это высоко лабильная система, чутко отражающая изменения внутренней среды под влиянием различных факторов абиотической и биотической природы.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Список литературы / References**

1. Воловенко М.А. Определение уровня иммуноглобулинов в сыворотке крови новорожденных телят / М.А. Воловенко // Ветеринария. – 1975. - №4. – С. 100-104.
2. Гулиев Р. А. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги / Р. А. Гулиев, Э. И. Мелякина // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 2014, № 2. – С. 85-91.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. / Г.Ф. Лакин – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
4. Никитин В.М. Справочник серологических реакций. / В.М. Никитин - Кишинев: Штиница, 1977. – 206 с.
5. Петрова, А.Н. Сравнительная морфобиологическая характеристика судака низовьев рек Урал и Волга /А.Н. Петрова// Ленинград: Сб. науч. трудов ГОСНИИРХ. Вып.172., 1981 б. – С.24–33.
6. Руднева И.И. Применение биомаркеров рыб для экотоксикологической диагностики водной среды / И.И. Руднева // Рыбное хозяйство Украины. – 2006. – № 1. – С. 20–23.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Volovenko M. A. Opredelenie urovnja immunoglobulinov v syvorotke krovi novorozhdennykh teljat [Determination of the Level of Immunoglobulins in the Blood Serum of Newborn Calves] / M. A. Volovenko // Veterinariya [Veterinary Medicine]. - 1975. - No. 4, pp. 100-104 [in Russian]
2. Guliev R. A. Nekotorye biokhimicheskie pokazateli krovi ryb del'ty Volgi [Some Biochemical Parameters of the Blood of Fish of the Volga Delta] / R. A. Guliev, E. I. Melyakina // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fish Farming, 2014, no. 2, pp. 85-91 [in Russian]
3. Lakin G. F. Biometriya [Biometrics] / G. F. Lakin - M.: Vishhaya shkola, 1980 – 293 p. [in Russian]
4. Nikitin V. M. Spravochnik serologicheskikh reakcij [Handbook of Serological Reactions] / V. M. Nikitin - Kishinev: Shtinita, 1977 - 206 p. [in Russian]
5. Petrova, A. N. Sravnitel'naja morfobiologicheskaja kharakteristika sudaka nizov'ev rek Ural i Volga [Comparative Morphobiological Characteristics of Pike Perch in the Lower Reaches of the Ural and Volga Rivers] / A. N. Petrova // Leningrad: Collection of Articles of the State Research Institute of Lake and River Fisheries. Issue 172., 1981 b., pp. 24-33 [in Russian]
6. Rudneva I. I. Primenenie biomarkerov ryb dlja ehkotosikologicheskoy diagnostiki vodnoy sredy [Application of Fish Biomarkers for Ecotoxicological Diagnostics of the Aquatic Environment] / I. I. Rudneva // Rybnoe khozjajstvo Ukrainy [Fish Farming of Ukraine]. - 2006. - No. 1, pp. 20-23 [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.033>

## ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ТРОФИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОСЯ (*ALCES ALCES*, L) НА АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Обзорная статья

Дворников М.Г.<sup>1</sup>, Пилипко Е.Н.<sup>2,\*</sup>, Воробьев Е.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8261-5783;

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства РАН, Киров, Россия;

<sup>2,3</sup> Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, Вологда, Россия

\* Корреспондирующий автор (Karlovna[at]ukr.net)

### Аннотация

Проблема «лес – лось» остаётся одной из наиболее актуальных для лесного и охотничьего хозяйства. Цель работы – оценка трофического влияния лося (*Alces alces*, L) – как самого крупного фитофага на древесно-кустарниковую растительность. Исследования проводились на двух мелкомасштабных вырубках: крупнотравной ( $S = 3,2$  га) и рябинниковой ( $S = 3,9$  га), с помощью сплошного перечёта повреждённых растений на пробной площади (вырубке) и визуальным определением съеденных частей растений на модельных деревьях. Выводы: на территории лесных экосистем, подверженных антропогенной нагрузке, лось способен наносить существенный ущерб на древесно-кустарниковую растительность, так как данные территории перестают отвечать оптимальным свойствам его среды обитания – продуктивностью кормовых угодий и защитными свойствами. Следствием жёсткого лесопользования может быть не только потеря экологических свойств лесной экосистемы, но и смена хвойных пород.

**Ключевые слова:** трофическая деятельность, фитофаги, лось, рубка, древесно-кустарниковая растительность.

## AN ASSESSMENT OF THE DAMAGE FROM THE TROPHIC ACTIVITY OF ELK (*ALCES ALCES*, L) IN ANTHROPOGENICALLY DISTURBED TERRITORIES

Review article

Dvornikov M.G.<sup>1</sup>, Pilipko E.N.<sup>2,\*</sup>, Vorobyov E.D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8261-5783;

<sup>1</sup> The All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Husbandry of the Russian Academy of Sciences, Kirov, Russia;

<sup>2,3</sup> N. V. Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy, Vologda, Russia

\* Corresponding author (Karlovna[at]ukr.net)

### Abstract

The "forest — elk" problem remains one of the most urgent for forestry and hunting. The aim of the current study is to assess the trophic influence of the elk (*Alces alces*, L) as the largest phytophage of the tree and shrub vegetation. The studies were carried out on two small-scale felling sites: *krupnotravnaya* (type of forest with a predominance of ferns) ( $S = 3.2$  ha) and *ryabinnikovaya* (mountain-ash) ( $S = 3.9$  ha) using a continuous list of damaged plants on the sample area (felling) and visual identification of eaten plant parts on sample trees. Conclusion: on the territory of forest ecosystems subject to anthropogenic load, elk is able to cause significant damage to tree and shrub vegetation since these territories no longer meet the optimal properties of its habitat, which is the productivity of forage lands and protective properties. The consequence of strict forest management can be not only the loss of the ecological properties of the forest ecosystem but also the change of coniferous species.

**Keywords:** trophic activity, phytophages, elk, logging, tree and shrub vegetation.

### Введение

На протяжении нескольких десятилетий взаимосвязь млекопитающих-фитофагов с растительными сообществами представляет теоретический и практический интерес. Различные аспекты этой проблемы рассматривались, в основном, с точки зрения проблемы лесного и охотничьего хозяйства, что отражено в многочисленных публикациях. Первые исследования по изучению трофики млекопитающих были посвящены определению степени «вредности» фитофагов. В последующем главное внимание было обращено на трофическую роль этой группы [1], [10], [15]. Но со временем трофика стала интересовать исследователей как основной экологический регулятор в биогеоценотических процессах и как средообразующий фактор в различных функциональных проявлениях экосистемы [16].

Исследования, направленные на оценку трофического взаимоотношения животного и растительного мира, не теряет своей актуальности и занимает одно из приоритетных направлений как в лесном и охотничьем хозяйстве, так и в экологии. Так, за последние 40 лет значительно возросло число работ, касающихся адаптивной способности растительности к механическому воздействию фитофагов [17]. Известно, что как травянистая, так и древесно-кустарниковая растительность неодинаково реагирует на изъятие фитомассы и побегов [18], [21], [24].

### Основная часть

По показателям повреждаемости копытными животными на древостои в границах лесозащитных зон Российской Федерации Вологодская область относится к району стабильных повреждений [25]. На древесно-кустарниковую растительность оказывает влияние три основных вида млекопитающих - фитофагов – лось, заяц-беляк и заяц-русак в той или иной степени.

На территориях, подверженных антропогенной деятельности, плотность доминирующих видов животных примерно вдвое меньше, а состав кормов на протяжении ряда лет меняется незначительно [7]. Однако наиболее существенное влияние лося, как самого крупного фитофага Северо-Запада, проявляется именно на зарастающих (8 –

15 лет) мелкомасштабных (до 12 га) вырубках, окружённых свежими (1- 2 года) рубками значительной площади (от 40 га и более). В этом случае, животные могут концентрироваться по несколько особей одновременно и оставаться на несколько дней на территории мелкомасштабной рубки, так как эти островки – «оазисы», зачастую, являются не только единственными пищевыми ресурсами на многие километры, но и участками, обладающими необходимыми защитными свойствами.

За время проведения исследований на рубках с малой площадью выявлены значительные повреждения подроста и подлеска. На рубке 8 – 15 лет и площадью до 5 га наиболее уязвимыми перед механическим повреждением лесом оказался подрост и подлесок 1 – 2 класса возраста. Повреждаемость как хвойных, так и лиственных видов на данной рубке достигала 60 – 90%. Наряду с излюбленными лиственными видами – рябиной, ивой и осинкой, на некоторых рубках также охотно поедались и представители хвойных, такие как сосна и можжевельник. На крупнотравной рубке 2012 года (3,2 га) (первичный тип леса - ельник кисличный) наиболее повреждаемым видом является рябина (92%), ива (86%), осина (71%) и клён остролистный (67%). На рябинниковой рубке 2005 года (3,9 га), образованной после сосняка черничного, наиболее подвержены повреждениям рябина (97%), осина (81%), сосна (75%) и можжевельник (67%). Остальные древесно-кустарниковые виды повреждались на обеих рубках в меньшей степени.

Основными видами повреждений являлись скусывание и обгрызание боковых и верхушечного побегов (в среднем 98,6% на обеих рубках), залом верхушки наблюдался всего в 1,5% случаев в среднем на обеих территориях. Наносимые лесом повреждения древесно-кустарниковой растительности на мелкомасштабных восстанавливающихся рубках (табл. 1), существенно возрастали уже на 2-ой год после крупномасштабных рубок на прилегающих территориях в 6,5 – 6,9 раз для рябины, в 26,9 раза для ивы, в 35,8 – 48 раз для осины, в 9 – 25,2 раза для берёзы, в 1,6 – 4,8 раза для ольхи серой, в 5 раз для сосны и в 7,8 раз для можжевельника.



Таблица 1 – 3-х летняя динамика состояния повреждённых лесом древесно-кустарниковых видов на вырубках, площадью до 5 га, окружённых крупномасштабными рубками

Тип леса	Тип вырубки	Год рубки	Порода	Состояние древесно-кустарниковой растительности после повреждения её лесом (шт./га)									Всего повреждённых, шт./га		
				Восстановившиеся, (шт./га)			Гибнущие, (шт./га)			Усохшие, (шт./га)					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ельник кисличный	Крупнотравный	2012 (3,2)	Рябина	479	2576	304	247	2027	3054	163	1531	3181	889	6134	6539
			Осина	381	10345	8621	169	10891	9525	67	8584	19018	617	29820	37164
			Ива	427	897	112	139	8066	9532	53	7663	8005	619	16626	17649
			Берёза	253	2328	2506	67	572	601	32	320	384	352	3220	3491
			Ольха серая	123	553	632	3	31	38	-	16	21	126	600	691
			Клён остролистный	339	3227	3841	7	119	122	-	12	38	346	3358	4001
Всего				2002	19926	16016	632	21706	22872	315	18126	30647	2949	59758	69535
Сосняк черничный	Рябинновый	2005 (3,9)	Сосна	117	343	387	65	427	189	14	231	451	196	1001	1027
			Рябина	379	1254	325	112	1361	1447	56	942	1802	547	3557	3574
			Осина	244	3273	3007	102	5212	4684	31	5015	6672	377	13500	14363
			Ольха серая	212	327	315	5	23	43	-	8	11	217	358	369
			Крушина	103	1123	1056	18	98	164	-	7	21	121	1228	1241
			Можжевельник	204	1614	1541	63	395	536	12	160	279	279	2169	2356
			Берёза	217	7432	8084	114	1067	684	27	512	654	358	9011	9422
Всего				1476	15366	14715	479	8583	7747	140	6875	9890	2095	30824	32352

Примечание: восстановившиеся, гибнущие, усохшие – состояние древесно-кустарниковой растительности после повреждения её лесом; 1, 2 и 3 - годы после рубки прилегающих крупномасштабных территорий

Ещё через 1 год (3 года после лесозаготовительной деятельности) на мелкомасштабных вырубках снова наблюдалось увеличение количества механических повреждений, но уже не существенно - всего в 1 – 1,2 раза для всех видов древесно-кустарниковых растений. При этом соотношение степени повреждаемости также имеет определенную динамику в течение трёх лет.

Можно предположить, что восстановление древесно-кустарниковой растительности на мелких вырубках в связи с сильной поврежденностью, будет затруднено качественно и значительно затянется по времени. На рябинниковой вырубке из-за существенной поедаемости сосны и пренебрежения елью, через некоторое время, скорей всего, произойдёт смена хвойных видов. Но в то же время, еловый подрост, лишённый защиты листовенного молодняка от заморозков и солнечной инсоляции, будет долго адаптироваться. Из 100% елового подраста, по нашим предположениям, выживет 20 - 40%. Лиственный подрост и подлесок сможет восстановиться только после зарастания расположенных рядом крупномасштабных вырубок, то есть после того, как мелкомасштабные вырубки утратят статус очень ограниченных кормовых угодий и перестанут подвергаться регулярному трофическому прессингу крупных фитофагов.

### Заключение

Таким образом, значительная затравленность древесно-кустарниковых видов связана не только с плотностью животных на конкретной территории, но и со свойствами среды обитания - площадью и продуктивностью кормовых угодий, которые в условиях антропогенной трансформации существенно сокращаются, теряют свой качественный статус и не способны прокормить даже минимальное количество животных. В случае вытеснения животных с их кормовых стадий, негативное воздействие наряду с малоценными листовенными породами испытывают и такие ценные для лесного хозяйства хвойные виды как сосна.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Динесман Л.Г. Влияние диких млекопитающих на формирование древостоев / Л. Г. Динесман. – М.: ИЦ Академии наук СССР. – 1961. – 167 с.
2. Абатуров Б.Д. Особенности трофических взаимодействий млекопитающих в экосистемах пастбищ / Б.Д. Абатуров // Фитофаги в растительном сообществе. – М.: Наука. – 1980. – С. 31 – 42.
3. Абатуров Б.Д. Млекопитающие как компонент экосистемы / Б.Д. Абатуров. – М.: Наука. – 1984. – 286 с.
4. Смирнов К.А. Использование лосем (*Alces alces*) кормовых ресурсов в южной тайге при высокой плотности популяции / К.А. Смирнова // Зоол. журн. – 1986. – Т. 65. – Вып. 3. – С. 436 – 443.
5. Дворников М.Г. К вопросам потребления фитомассы и изреживания подраста копытными в горно - лесной зоне Южного Урала / М.Г. Дворников // Териология на Урале. – Свердловск: УНЦ АН СССР. – 1981. – С. 28–31.
6. Дворников М.Г. Участие копытных в возобновлении растений в сосново-березовой подзоне Южного Урала / М.Г. Дворников // Экология горных млекопитающих. – Свердловск: УНЦ АН СССР. – 1982. – С. 31–32.
7. Дворников М.Г. Оценка биогеоценотической роли растительностных млекопитающих в предлесостепных сосново-березовых лесах Южного Урала / М.Г. Дворников // 4 съезд Всесоюз. териолог, общества. – М. – 1986а. – Т.1. – С. 191–192.
8. Дворников М.Г. Оптимальное использование ресурсов диких копытных Урала / М.Г. Дворников // Дичь, охрана окружающей среды, охрана редких видов животных. – М., –1989а. – 114–119.
9. Феклисов П.А. Влияние популяций лосей Архангельской области на древесно-кустарниковую растительность / П.А. Феклисов // География Европейского Севера. Проблемы природопользования, социально-экономические, экологические: сб. науч. трудов. – Архангельск: ПГУ. – 2002. – С. 201 – 211.
10. Булахов В.Л. Трофическая роль млекопитающих-фитофагов в лесных биогеоценозах степного Приднестровья / В.Л. Булахов // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2003. – Вип. 11. – Т. 1. – С. 142 – 146.
11. Пилипко Е.Н. Анализ трофической деятельности млекопитающих-фитофагов в различных биогеоценозах / Е.Н. Пилипко // Известия Саратовского университета. Серия Химия. Биология. Экология. – Саратов. –2016. – Том 16. – С. 439 – 444.
12. Пилипко Е.Н. Трофическое влияние лося (*Alces alces*, L) на территории смешанных и листовенных молодняков Вологодской области в летний период / Е.Н. Пилипко // Лесн. журн. – 2017. – № 2. – С. 52-66.
13. Пилипко Е.Н. Трофическое влияние лося (*Alces Alces*, L.) на хвойный подрост в листовенно-хвойных молодняках 5–20 лет / Е.Н. Пилипко // Вестник Нижневартовского государственного университета. – 2017а. – № 4. – С. 77 – 87.
14. Пилипко Е.Н. Вырубки как потенциальные кормовые станции млекопитающих-фитофагов в зимний период в южно-таёжном районе Вологодской области / Е.Н. Пилипко // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2018. – № 1. –С. 87 – 102.
15. Пилипко Е.Н. Оценка трофической роли лося (*Alces alces* (L. 1758) на вырубках Вологодской области в зимний период / Е.Н. Пилипко //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2018. – № 2. – С. 211 – 220.
16. Пахомов А.Е. Биогеоценотическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины / А.Е. Пахомов. – Д.: ДГУ. – 1998. – Кн. 2. – 216 с.
17. Абатуров Б.Д. Влияние пастбищного удаления фитомассы на продуктивность растительности / Б.Д. Абатуров, В.Н. Лопатин // Млекопитающие в наземных экосистемах. – М.: Наука. – 1985. – С. 27 – 37.

18. Вахтина Т.В. Динамика урожайности и использование листьев некоторых кустарников тундры в оленеводстве / Т.В. Вахтина // Пробл. Севера. – 1964. – Вып. 8. – С. 290 – 296.
19. Neff D.J. What constitutes proper level of browse use? / D.J. Neff // Proc. 3 rd Annu. Meet. North Mex. Ariz. Sess. Wildlife Soc. – Sanford. – 1964. – № 2. – P. 435 – 451.
20. Ellison L. Influence of grazing on plant succession of range-land / L. Ellison // Bot. Rev. – 1960. – V.26. – № 1. – P. 1 – 78.
21. Mueggler W.F. Response of mountain grassland vegetation to clipping in southwestern Montana / W.F. Mueggler // Ecology. – 1967. – V. 48(6). – P. 942 – 949.
22. Тишков А.А. Взаимодействие животных-фитофагов с растительностью тундры / А.А. Тишков // Журнал общей биологии. – 1977. – Т. 38 (1). – С. 15 – 23.
23. Тишков А.А. Некоторые аспекты взаимодействия млекопитающих-фитофагов с растительным покровом зональных экосистем / А.А. Тишков // В кн.: Тр. VII Зоогеогр. конф. – М. – 1979. – С. 259 – 263.
24. Thompson D.O. The lemming emigration at Point Barrow, Alaska / D. O. Thompson // Arctic. – 1995. – V.8. – № 1. – P. 37 – 45.
25. Русанов Я.С. Лес и копытные / Я.С. Русанов, Л.И. Сорокина. – М.: Лесн. промышленность. – 1984. – 129 с.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Dinesman L.G. Vliyanie dikih mlekopitayushchih na formirovanie drevostoev [Influence of wild mammals on the formation of stands of trees] / L.G. Dinesman. – М.: IC Akademii nauk SSSR. – 1961. – 167 p. [in Russian]
2. Abaturov B.D. Osobennosti troficheskikh vzaimodejstvij mlekopitayushchih v ekosistemah pastbishch [Features of trophic interactions of mammals in pasture ecosystems] / B.D. Abaturov // Fitofagi v rastitel'nom soobshchestve [Phytophages in the plant community]. – М.: Nauka. – 1980. – P. 31 – 42. [in Russian]
3. Abaturov B.D. Mlekopitayushchie kak komponent ekosistemy [Mammals as a component of the ecosystem] / B.D. Abaturov. – М.: Nauka. – 1984. – 286 p. [in Russian]
4. Smirnov K.A. Ispol'zovanie losem (Alces alces) kormovykh resursov v yuzhnoj tajge pri vysokoy plotnosti populyacii [The use of elk (Alces alces) forage resources in the southern taiga with a high population density] / K.A. Smirnova // Zool. Zhurn [Zoological Journal]. – 1986. – Vol. 65. – Issue. 3. – P. 436 – 443. [in Russian]
5. Dvornikov M.G. Kvoprosam potrebleniya fitomassy i izrezhivaniya podrosta kopytnymi v gorno - lesnoj zone YUzhnogo Urala [On the issues of phytomass consumption and thinning of undergrowth by ungulates in the mountain-forest zone of the Southern Urals] / M.G. Dvornikov // Teriologiya na Urale [Theriology in the Urals]. – Sverdlovsk: UNC AN SSSR. – 1981. – P. 28 – 31. [in Russian]
6. Dvornikov M.G. Uchastie kopytnykh v vozobnovlenii rastenij v sosново-berezovoj podzone YUzhnogo Urala [Participation of ungulates in the renewal of plants in the pine-birch subzone of the Southern Urals] / M.G. Dvornikov // Ekologiya gornykh mlekopitayushchih [Ecology of mountain mammals]. – Sverdlovsk: UNC AN SSSR. – 1982. – P. 31–32. [in Russian]
7. Dvornikov M.G. Ocenka biogeocenoticheskoy roli rastitel'noyadnykh mlekopitayushchih v predlesostepnykh sosново-berezovykh lesakh YUzhnogo Urala [Assessment of the biogeocenotic role of herbivorous mammals in the pre-forest-steppe pine-birch forests of the Southern Urals] / M.G. Dvornikov // 4 s'ezd Vsesoyuz. teriolog. obshchestva [4 Congress of the All-Union Theriological Society]. – М. – 1986a. – Vol.1. – P. 191–192. [in Russian]
8. Dvornikov M.G. Optimal'noe ispol'zovanie resursov dikih kopytnykh Urala [Optimal use of the resources of wild ungulates of the Urals] / M.G. Dvornikov // Dich', ohrana okruzhayushchej sredy, ohrana redkih vidov zhivotnykh [Game, environmental protection, protection of rare species of animals]. – М., – 1989a. – P. 114–119. [in Russian]
9. Feklistov P.A. Vliyanie populyacij losej Arhangel'skoj oblasti na drevesno-kustarnikovuyu rastitel'nost' [Influence of elk populations in the Arkhangelsk region on tree and shrub vegetation] / P.A. Feklistov // Geografiya Evropejskogo Severa. Problemy prirodnopol'zovaniya, social'no-ekonomicheskie, ekologicheskie: sb. nauch. trudov [Geography of the European North. Problems of nature management, socio-economic, environmental: collection of scientific works]. – Arhangel'sk: PGU. – 2002. – P. 201 – 211. [in Russian]
10. Bulahov V.L. Troficheskaya rol' mlekopitayushchih-fitofagov v lesnykh biogeocenozach stepnogo Pridneprov' [Trophic role of phytophagous mammals in forest biogeocenoses of the Steppe Dnieper region] / V.L. Bulahov // Visnik Dnipropetrovskogo universitetu. Biologiya. Ekologiya [Bulletin of Dnepropetrovsk University. Biology. Ecology]. – 2003. – V. 11. – Vol. 1. – P. 142 – 146. [in Russian]
11. Pilipko E.N. Analiz troficheskoy deyatel'nosti mlekopitayushchih-fitofagov v razlichnykh biogeocenozach [Analysis of the trophic activity of phytophagous mammals in various biogeocenoses] / E.N. Pilipko // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Seriya Himiya. Biologiya. Ekologiya [Izvestiya Saratovskogo universiteta. Chemistry series. Biology. Ecology]. – Saratov. – 2016. – Vol 16. – P. 439 – 444. [in Russian]
12. Pilipko E.N. Troficheskoe vliyanie losya (Alces alces, L) na territorii smeshannykh i listvennykh molodnyakov Vologodskoj oblasti v letnij period [Trophic influence of elk (Alces alces, L) on the territory of mixed and deciduous young animals of the Vologda region in the summer] / E.N. Pilipko // Lesn. Zhurn [Forest journal]. – 2017. – № 2. – P. 52-66. [in Russian]
13. Pilipko E.N. Troficheskoe vliyanie losya (Alces Alces, L.) na hvoynyj podrost v listvenno-hvoynykh molodnyakah 5–20 let [Trophic influence of elk (Alces Alces, L.) on coniferous undergrowth in deciduous-coniferous young animals 5-20 years old] / E.N. Pilipko // Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Nizhnevartovsk State University]. – 2017a. – № 4. – P. 77 – 87. [in Russian]
14. Pilipko E.N. Vyrubki kak potencial'nye kormovye stacii mlekopitayushchih-fitofagov v zimnij period v yuzhno-tayozhnom rajone Vologodskoj oblasti [Deforestation as potential feeding stations of phytophagous mammals in winter in the Southern taiga region of the Vologda region] / E.N. Pilipko // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekologiya [Bulletin of the Tver State University. Series: Biology and Ecology]. – 2018. – № 1. – P. 87 – 102. [in Russian]

15. Pilipko E.N. Ocenka troficheskoj roli losya (*Alces alces* (L. 1758) na vyrubkah Vologodskoj oblasti v zimnij period [Assessment of the trophic role of elk (*Alces alces* (L. 1758) in the logging areas of the Vologda region in winter] / E.N. Pilipko // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya* [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy]. – 2018. – № 2. – P. 211 – 220. [in Russian]
16. Pahomov A.E. Biogeocenoticheskaya rol' mlekopitayushchih v pochvoobrazovatel'nyh processah stepnyh lesov Ukrainy [The biogeocenotic role of mammals in the soil-forming processes of the steppe forests of Ukraine] / A.E. Pahomov. – D.: DGU. – 1998. – Book 2. – 216 p. [in Russian]
17. Abaturov B.D. Vliyanie pastbishchnogo udaleniya fitomassy na produktivnost' rastitel'nosti [Effect of pasture removal of phytomass on vegetation productivity] / B.D. Abaturov, V.N. Lopatin // *Mlekopitayushchie v nazemnyh ekosistemah* [Mammals in terrestrial ecosystems]. – M.: Nauka. – 1985. – P. 27 – 37. [in Russian]
18. Vahtina T.V. Dinamika urozhajnosti i ispol'zovanie list'ev nekotoryh kustarnikov tundry v olenevodstve [Yield dynamics and use of leaves of some tundra shrubs in reindeer husbandry] / T.V. Vahtina // *Probl. Severa* [Problems of the North]. – 1964. – V. 8. – P. 290 – 296. [in Russian]
19. Neff D.J. What constitutes proper level of browse use? / D.J. Neff // *Proc. 3 rd Annu. Meet. North Mex. Ariz. Sess. Wildlife Soc.* – Sanford. – 1964. – № 2. – P. 435 – 451.
20. Ellison L. Influence of grazing on plant succession of range-land / L. Ellison // *Bot. Rev.* – 1960. – V.26. – № 1. – P. 1 – 78.
21. Mueggler W.F. Response of mountain grassland vegetation to clipping in southwestern Montana / W.F. Mueggler // *Ecology*. – 1967. – V. 48(6). – P. 942 – 949.
22. Tishkov A.A. Vzaimodejstvie zhivotnyh-fitofagov s rastitel'nost'yu tundry [Interaction of phytophagous animals with tundra vegetation] / A.A. Tishkov // *ZHurnal obshchej biologii* [Journal of General Biology]. – 1977. – Vol. 38 (1). – P. 15 – 23. [in Russian]
23. Tishkov A.A. Nekotorye aspekty vzaimodejstviya mlekopitayushchih-fitofagov s rastitel'nym pokrovom zonal'nyh ekosistem [Some aspects of the interaction of phytophagous mammals with the vegetation cover of zonal ecosystems] / A.A. Tishkov // *V kn.: Tr. VII Zoogeogr. Konf* [In the book: Tr. VII Zoogeogr. conf]. – M. – 1979. – P. 259 – 263. [in Russian]
24. Thompson D.O. The lemming emigration at Point Barrow, Alaska / D. O. Thompson // *Arctic*. – 1995. – V.8. – № 1. – P. 37 – 45.
25. Rusanov YA.S. Les i kopytnye /YA.S. Rusanov, L.I. Sorokina. – M.: Lesn. promyshlennost'. – 1984. – 129 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.034>**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ)**

Научная статья

**Ерофеева В.В.<sup>1,\*</sup>, Аникина Е.В.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-0236-1876;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-1872-1792;<sup>1</sup> Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия;<sup>1,2</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

\* Корреспондирующий автор (erofeeva-viktori[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье анализируются данные о качестве почв на территории г. Москва. Объектом исследования явились данные о состоянии загрязнения почв в г. Москве за 2018г. Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы ГПБУ «Мосэкомониторинг». А также данные, представленные Правительством г. Москвы Департаментом экологии и природопользования г. Москвы в Докладе о состоянии окружающей среды в г. Москве в 2018г. Значительную часть в оценке качества окружающей природной среды занимает сложившаяся экологическая ситуация, которая представляет собой взаимодействие различных условий окружающей природной среды, включая отрицательные и положительные, которые создают в экологической системе обстановку разной степени благополучия и неблагополучия. Активный рост урбанизации может привести к резкому снижению качества компонентов окружающей среды. Актуальность данной темы обусловлена тем, что Москва – развивающийся мегаполис, в котором необходимо постоянно контролировать качество почв. В результате исследования установлено, самые загрязнённые административные округа города Москвы – это Южный административный округ, Юго-Восточный административный округ и Северо-Восточный административный округ. В данных административных округах наиболее часто наблюдаются превышения ПДК с.с. по различным загрязнителям.

**Ключевые слова:** окружающая среда, ПДК, урбанизированные экосистемы, почва, водные объекты Москва, человек.

**AN ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION IN URBAN ECOSYSTEMS  
(WITH MOSCOW AS PRIMARY EXAMPLE)**

Research article

**Erofeeva V.V.<sup>1,\*</sup>, Anikina E.V.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-0236-1876;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-1872-1792;<sup>1</sup> Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia;<sup>1,2</sup> Peoples ' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

\* Corresponding author (erofeeva-viktori[at]mail.ru)

**Abstract**

The article analyzes the data on the soil quality on the territory of Moscow. The subject of the study is the data on the state of soil pollution in Moscow for 2018 of the Department of Nature Management and Environmental Protection of the City of Moscow of the State Environmental Budgetary Institution "Mosekomonitoring" as well as the data provided by the Moscow City Government Department of Ecology and Nature Management in the Report on the State of the Environment in Moscow in 2018. The current environmental situation plays a significant part in the assessment of the quality of the natural environment, which is the interaction between various environmental conditions, including negative and positive, which create an environment with varying degrees of favorability and unfavorability. The rapid growth of urbanization can lead to a sharp decline in the quality of environmental components. The relevance of this topic lies in the fact that Moscow is a developing metropolis, in which it is necessary to constantly monitor the quality of the soil. The study establishes that the most polluted administrative districts of the city of Moscow are the Southern Administrative District, the South-Eastern Administrative District, and the North-Eastern Administrative District. In these administrative districts, the most frequently observed exceedances of the daily average threshold limit value for various pollutants.

**Keywords:** environment, threshold limit value, urbanized ecosystems, soil, water bodies, Moscow, person.

**Введение**

Москва – один из самых прогрессивно развивающихся городов Земного шара, сочетающий функции столицы Российской Федерации и крупнейшего политического, экономического, научного, учебного и культурного центра страны [1], [3], [4].

Окружающая среда – это комплекс физических, географических, биологических, социальных, культурных и политических условий, окружающих человека или иное существо. Окружающая среда рассматривается как часть среды, которая взаимодействует с живым организмом [5], [7], [8].

Почва – основа городской экологической системы, в которой происходит взаимодействие воздушных и водных компонентов среды. Состояние и здоровье почвы определяет здоровье человека и зелёных насаждений. Городские почвы являются важным фактором экологического и санитарного состояния городов. Они выполняют важные средообразующие функции, влияют на изменение химического состава атмосферных осадков и подземных вод, являются биологическими адсорбентами – поглощают токсические соединения и становятся биогеохимическими барьерами для токсических соединений (тяжёлых металлов, пестицидов, нефтепродуктов) на пути их миграции из

атмосферы в грунтовые воды и речную сеть, регулируют газовый состав атмосферы за счёт поглощения и выделения почвой газов (метана, аммиака, углекислого газа). От почв зависит динамика тепла и влаги в приземных слоях городского воздуха. Благодаря специфическим свойствам почвы выполняют в городе санитарные функции, уничтожая патогенные микроорганизмы и разлагая органические остатки и продукты обмена живых организмов. Для управления почвенными процессами в городских системах необходимо изучать и контролировать экологическое состояние почвенного покрова городов, разрабатывать методики комплексной оценки качества городских почв, включающие морфологические, физические, химические и биологические показатели [9], [10].

В Москве преобладают почвы со слабощелочной и нейтральной реакцией среды и высоким содержанием доступных для растений элементов питания (фосфора и калия). Содержание подвижных форм тяжёлых металлов в почвах города Москвы в среднем не превышает установленные нормативы. За прошедшие 5 лет их содержание в почве снизилось в 1,5-2 раза, количество проб с превышениями норматива снизилось в среднем на 25%. Валовое содержание тяжёлых металлов в почвах тяжёлого гранулометрического состава не превышает установленные санитарно-гигиенические нормативы. В почвах лёгкого гранулометрического состава отмечены превышения нормативов по среднему валовому содержанию цинка (1,5 ОДК) и мышьяка (2 ОДК).

Активный рост урбанизации может привести к резкому снижению качества компонентов окружающей среды. Актуальность данной темы обусловлена тем, что Москва – развивающийся мегаполис, в котором необходимо постоянно контролировать качество атмосферного воздуха.

### Методы и принципы исследования

Объектом исследования явились данные о состоянии загрязнения почв в г. Москве за 2018г. Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы ГПБУ «Мосэкомониторинг». А также данные, представленные Правительством г. Москвы Департаментом экологии и природопользования г. Москвы в Докладе о состоянии окружающей среды в г. Москве в 2018г. Качество почвы и химические элементы оценивались в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями по степени опасности [11].

Суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) рассчитывался по формуле:  $Z_c = S \cdot k_k - (n-1)$ , где  $k_k$  - коэффициент концентрации элементов-загрязнителей,  $n$  - число аномальных элементов.

$Z_c$  представляет собой сумму превышений коэффициентов концентраций химических элементов, накапливающихся в техногенных аномалиях.

### Результаты и обсуждение

Оценка состояния почвенного покрова города Москвы на основе комплексного геохимического показателя – суммарного показателя загрязнения ( $Z_c$ ) показала, что почвы на 92% ППН относятся к категории слабого (допустимого) загрязнения ( $Z_c < 16$ ), 6% – к умеренно-опасной категории ( $Z_c = 16-32$ ), к опасной категории загрязнения ( $Z_c = 32-128$ ) относятся почвы на 2% площадок наблюдений. В 2018 г. по сравнению с 2017 г. в почвах города в 1,5 раза (до 0,02 мг/кг или 1 ПДК) снизилось среднее содержание бенз(а)пирена. Впервые за многолетний период наблюдений средняя концентрация загрязнителя в городских почвах не превысила установленную ПДК.

50% почв г. Москвы имеют слабощелочную и щелочную реакцию ( $pH=7,6-8,5$ ), 45% имеют близкую к нейтральной и нейтральную реакцию ( $pH=6,6-7,5$ ), 5% - кислую. Наблюдается типичная для городских почв тенденция к подщелачиванию почв, обусловленная поступлением кальция в почву из обломков строительного мусора, кирпича и цемента под действием осадков, а также действием щелочных агентов противогололёдных реагентов.

*Тяжёлые металлы и мышьяк.* Один из источников загрязнения окружающей среды – это тяжёлые металлы. Экологическая опасность загрязнения тяжёлыми металлами состоит в том, что, будучи извлеченными из недр Земли, где они находились в устойчивом состоянии, тяжёлые металлы включаются в производственные процессы. Некоторая их часть входит в состав продукта, а большая часть в форме отходов оказывается в почве в составе соединений, в том числе подвижных, что ведёт к росту миграции тяжёлых металлов, накоплению их в сопряжённых природных средах в количестве, опасном для живых организмов. Парадокс этих элементов состоит в том, что в определённых количествах они необходимы для обеспечения нормальной жизнедеятельности растений и организмов, но избыток может привести к негативным последствиям. Среди тяжёлых металлов приоритетными загрязнителями считаются свинец, кадмий, цинк. Их техногенное накопление в окружающей среде идёт высокими темпами.

Накопление валового содержания свинца в городских почвах происходит в верхней части профиля, этому способствует преимущественно нейтральная и слабощелочная реакция почв и высокое содержание в них органических соединений. Связывая свинец, органическое вещество почвы препятствует его миграции в сопредельные среды и ограничивает поступление в растения, а повышение  $pH$  почвы ведёт к большему связыванию свинца почвой за счёт образования труднорастворимых соединений (гидроокислов, карбонатов). Превышения нормативов по валовому содержанию тяжёлых металлов чаще встречаются в почве зон транспортной инфраструктуры (превышение норматива по содержанию цинка отмечено в 18,2%, кадмия и мышьяка – в 9,1%) и, в меньшей степени, в почве жилых функциональных зон (норматив по валовому содержанию меди и мышьяка превышен в 4,1%, никеля – в 2%, цинка – в 8,2%, кадмия – в 10,2%).

Изучение загрязнения почв различных функциональных зон подвижными формами тяжёлых металлов показало, что ПДК подвижного цинка чаще всего превышает в жилых и общественных функциональных зонах. Наиболее высокие концентрации подвижных форм меди и свинца также характерны для почв общественных функциональных зон. Доля проб с превышениями содержания подвижных никеля и хрома во всех функциональных зонах в целом не превышает 8,0%.

Изучение динамики показателя суммарного загрязнения почв за трёхлетний период наблюдений показало, что среднее значение комплексного геохимического показателя не превышало допустимый уровень загрязнения почв Москвы. Традиционно более загрязнены комплексом тяжёлых металлов почвы в ЦАО и ЮВАО. В ходе

мониторинговых наблюдений на территории города выявляются отдельные точки, в которых суммарный уровень загрязнения почв тяжёлыми металлами превышает допустимый. В 2018 г. на 18 ППН, расположенных преимущественно в ЦАО, ЮВАО и СВАО, отмечен умеренно опасный уровень загрязнения ( $Z_c = 16-32$ ), на 6 ППН (в ЮВАО и ВАО) – опасный уровень загрязнения ( $Z_c = 32-128$ ) рисунок 1. Основной вклад в формирование высокого уровня загрязнения почв на этих территориях внесло присутствие высоких валовых содержаний меди, цинка, свинца, кадмия и ртути (рисунок 2).

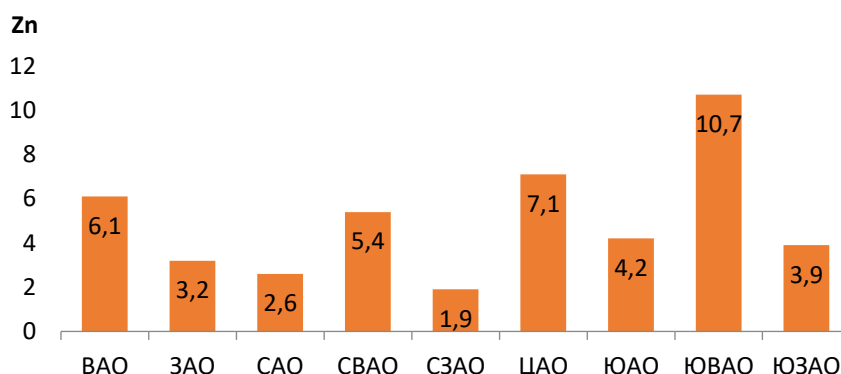


Рис. 1 – Распределение суммарного показателя загрязнения (Zn) по административным округам

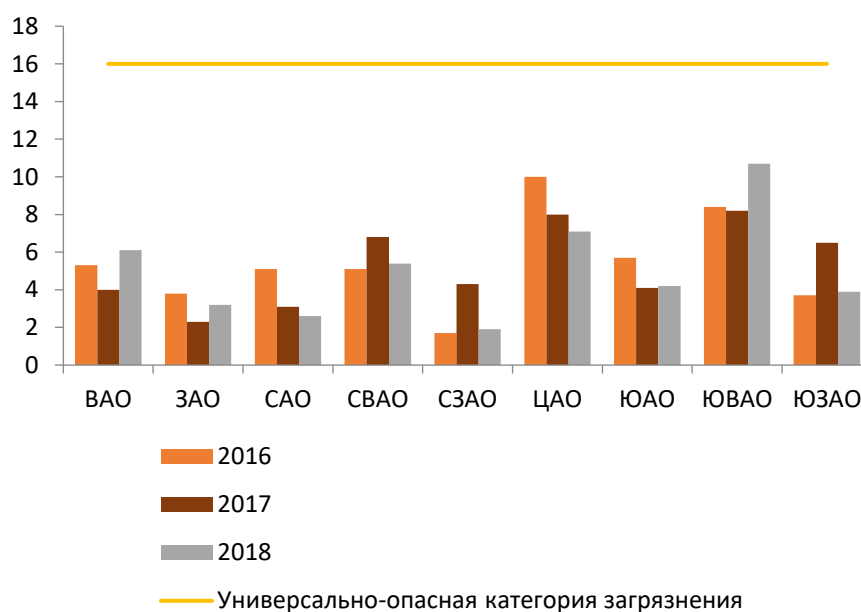


Рис. 2 – Динамика химического загрязнения почвенного покрова г. Москвы

**Бенз(а)пирен.** Бенз(а)пирен относится к классу полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), преимущественно образующихся при сгорании углеводородного топлива. Бенз(а)пирен является приоритетным токсикантом окружающей среды во всех странах с развитой транспортной инфраструктурой. Активно мигрируя, бенз(а)пирен легко включается в круговорот веществ в природе: с атмосферными осадками, содержащими твёрдые частички, он заносится на территории, удалённые от основного источника, попадает в водоёмы и при испарении вновь поднимается в воздух.

Гигиеническое обоснование ПДК химических веществ, в том числе бенз(а)пирена в почве («Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве» Минздрав, 1982), основано на четырёх показателях вредности: переходе химических соединений в контактирующие с почвой среды в количествах, не превышающих ПДК для пищевых продуктов (транслокационный показатель); ПДК для воды водоёмов и атмосферного воздуха (миграционный водный и миграционный воздушный показатели), а также в количествах, не влияющих на самоочищающую способность почвы и почвенный микробоценоз (общесанитарный показатель).

Самое низкое содержание бенз(а)пирена отмечено в почвах СВАО, СЗАО и ЮЗАО (0,01 мг/кг или 0,5 ПДК) (рис. 3).

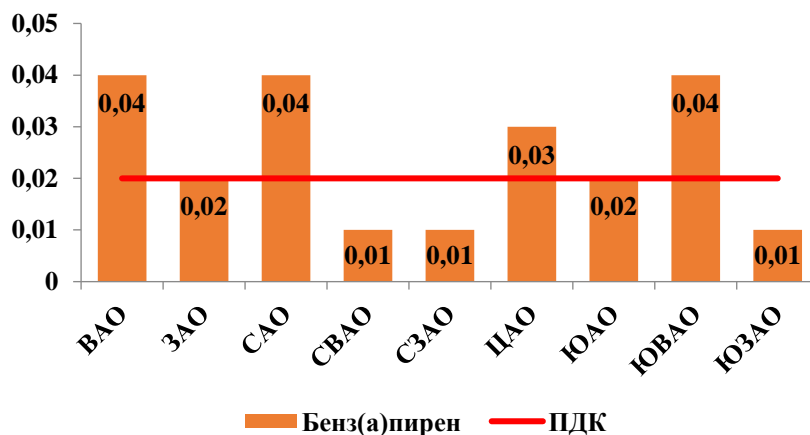


Рис. 3 – Среднее содержание бенз(а)пирена в почвах г. Москвы

В большей степени загрязнены территории ВАО, САО и ЮВАО, где средняя концентрация загрязнителя составила 0,004 мг/кг или 2 ПДК; содержание бенз(а)пирена в почвах ЦАО не превышает 0,03 мг/кг или 1,5 ПДК.

**Нефтепродукты.** Загрязнение компонентов окружающей среды углеводородами нефти и нефтепродуктов является одной из актуальных экологической проблем. Попадая в почвенный покров, нефтепродукты вызывают изменение его физических, химических, биологических свойств и характеристик, нарушают протекание естественных биохимических процессов.

Среднее содержание нефтепродуктов в почвах Москвы в 2018 г. составило 103 мг/кг, максимальное выявленное содержание – 876 мг/кг, минимальное выявленное содержание – 5 мг/кг сухого веса почвы. В соответствии с критериями, установленными «Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (утверждённым Письмом Минприроды РФ от 27.12.1993 г. № 04-25/61-5678) почвы города Москвы (100% проб) относятся к категории с допустимым уровнем загрязнения нефтепродуктами (< 1000 мг/кг почвы).

Сравнительный максимум содержания нефтепродуктов выявлен в почвенном покрове САО (189,5 мг/кг). Наименее загрязнены нефтепродуктами почвы СЗАО – 77 мг/кг, ЗАО и ЮВАО, там концентрация загрязнителя не превышала 80 мг/кг почвы, на остальной территории города Москвы среднее содержание нефтепродуктов в почве варьировалось от 98 мг/кг до 145,5 мг/кг (рис. 4).



Рис. 4 – Среднее содержание нефтепродуктов в почвах АО г. Москвы

Загрязнение почв города Москвы нефтепродуктами достигло в 2018 г. минимального уровня за период наблюдений с 2005 г.: средняя концентрация этого загрязнителя в почве снизилась в 5 раз. В значительной степени появлению устойчивой положительной тенденции к снижению содержания нефтепродуктов способствует новая транспортная политика города Москвы – развитие и модернизация общественного транспорта, ограничение движения грузового транспорта, расширение сети платных парковок, развитие транспортно-пересадочных узлов, контроль качества моторного топлива.

### Заключение

На современном этапе развития общества сохранение, восстановление и укрепление здоровья населения Российской Федерации остается важной проблемой обеспечения национальной безопасности. Человечество во все большей степени испытывает последствия своей деятельности, причем за некоторые из них оно расплачивается своим здоровьем.

Проблема сохранения и укрепления здоровья населения особенно актуальна для города Москвы, где очень высокий темп жизни, в результате которого внимание к важным деталям немного притупляется. Треть территории города занимает промышленная зона.



Анализ данных ГПБУ «Мосэкомониторинг» в г. Москве выявил самые загрязнённые административные округа города – это Южный административный округ, Юго-Восточный административный округ и Северо-Восточный административный округ. В данных административных округах наиболее часто наблюдаются превышения ПДКс.с. по различным загрязнителям.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Список литературы / References**

1. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Михайлова Е.В. Гигиеническая оценка влияния антропогенных факторов окружающей среды на здоровье детей и подростков промышленного города / Е.В. Михайлова: Дис. кан. мед.наук Ч. – 2005.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2017. 206 с.
4. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве. 2018-20 гг.
5. Маковецкая Г.А. Загрязнение почв городских территорий / Г.А. Маковецкая, Т.И. Стуколова, Т.В. Козлова и др. // Экология и здоровье. Самара, 1994. С. 5-6.
6. Ерофеева В.В. Эпидемиологическая обстановка по токсокарозу в Российской Федерации / В.В. Ерофеева, В.П. Пухляк // Вестник российского университета дружбы народов. Серия: экология и безопасность жизнедеятельности. – 2014. – №4. – С. 31-35.
7. Окружающая среда // Российский энциклопедический словарь. / глав. ред. А. М. Прохоров. — М.: «Большая российская энциклопедия», 2000.
8. Кучма В.Р. Условия формирования здоровья населения: проблемы и пути решения / В.Р. Кучма, Т.М. Сухарева, А.Ю. Макарова и др. // Медицина труда и промышленная экология. — 2001. № 8. с. 683.
9. Erofeeva, V. V. Influence of environmental factors on the development and survival of *Toxocara* sp. eggs in various soil substrates / V. V. Erofeeva, V. I. Vasenev. // Green Technologies and Infrastructure to Enhance Urban Ecosystem services. : Springer, 2020. — С. 52-57.
10. Ерофеева В.В. Оценка эколого-эпидемиологической опасности распространения яиц гельминтов в почвах городских территорий / В.В. Ерофеева, Г.Н. Доронина. 2017. Т. 19. № 7. С. 17-19.
11. Санитарные правила и нормы 2.1.7.2041-06. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006, 15 с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Federalnyj zakon ot 10.01.2002 №7-FZ «Ob ohrane okruzhayushej sredy» [The on environmental protection]. [in Russian]
2. Mihajlova E.V. Gigienicheskaya ocenka vliyaniya antropogennykh faktorov okruzhayushej sredy na zdorove detej i podrostkov promyshlennogo goroda [Hygienic assessment of the impact of anthropogenic environmental factors on the health of children and adolescents in an industrial city] / E.V. Mihajlova: Dis. kan. med.nauk Ch. – 2005. [in Russian]
3. O zaboljevaemosti geogel'mintozami v Rossijskoj Federacii v 2013 godu: Pis'mo Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka ot 29 sentjabrja 2014 N 01/11370-14-27. [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2016: State Report. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare]; 2017. 206 p. [in Russian]
4. Doklad o sostoyanii okruzhayushej sredy v gorode Moskve [State of the Environment Report for the City of Moscow]. 2018-20 gg. [in Russian]
5. Makoveckaya G.A. Zagryaznenie pochv gorodskih territorij [Soil pollution in urban areas] / G.A. Makoveckaya, T.I. Stukolova, T.V. Kozlova et al. // Ekologiya i zdorove [Ecology and health]. Samara, 1994. p. 5-6. [in Russian]
6. Erofeeva V.V. Epidemiologicheskaya obstanovka po toksokarozu v Rossijskoj Federacii. [Epidemiological situation for toxocarosis in the Russian Federation] / V.V. Erofeeva, V.P. Puhlyanko // Vestnik rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti. [Bulletin of the Russian University of Friendship of Peoples. Series: ecology and life safety]. 2014. №4. p. 31-35. [in Russian]
7. Okruzhayushaya sreda [Environment] // Rossijskij enciklopedicheskij slovar [Russian encyclopedic dictionary]. / ed. A. M. Prohorov. — М.: «Bolshaya rossijskaya enciklopediya», 2000. [in Russian]
8. Kuchma V.R. Usloviya formirovaniya zdorov'ja nacheleniya: problemy i puti resheniya [Conditions for the formation of the health of the population: problems and solutions] / V.R. Kuchma, T.M. Suhareva, A.Yu. Makarova et al. // Medicina truda i promyshlennaya ekologiya [Occupational medicine and industrial ecology]. — 2001. № 8. p. 683. [in Russian]
9. Erofeeva, V. V. Influence of environmental factors on the development and survival of *Toxocara* sp. eggs in various soil substrates / V. V. Erofeeva, V. I. Vasenev // Green Technologies and Infrastructure to Enhance Urban Ecosystem services. Springer, 2020. P. 52-57.
10. Erofeeva V.V. Ocenka ekologo-epidemicheskoy opasnosti rasprostraneniya yaic gel'mintov v pochvah gorodskih territorij [Assessment of the ecological and epidemic danger of the spread of helminth eggs in the soils of urban areas] / V.V. Erofeeva, G.N. Doronina. 2017. Vol. 19. No. 7. P. 17-19. [in Russian]
11. Sanitarnye pravila i normy 2.1.7.2041-06. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k kachestvu pochvy [Sanitary and epidemiological requirements for soil quality]. М: Federal'nyj centr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2006, 15 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.035>**АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС СОВРЕМЕННЫХ УЧАЩИХСЯ**  
Научная статья**Калюжный Е.А.<sup>1,\*</sup>, Ромашкина А.М.<sup>2</sup>, Астанакулов Т.Н.<sup>3</sup>**<sup>1, 2, 3</sup> Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России, Нижний Новгород, Россия

\* Корреспондирующий автор (eakmail[at]mail.ru)

**Аннотация.**

Изучаемые объективные антропометрические и физиологические показатели традиционно выступают маркерами успешности адаптации учащихся в современных условиях экосреды. Общий тренд показателей находится в диапазоне регионального оптимума, некоторые переменные достоверно выходят в зоны функциональных напряжений. Современный, локальный характер наблюдения обоснован фиксацией физиологических показателей в течение 2020-21 учебного года, у учащихся второго курса Нижегородского вуза. Статистические результаты оперативного поперечного среза приведены в сравнении с центильными интервалами регионального популяционного норматива. Внутригрупповые динамики показателей, обусловлены морфологическим типом индивида, возрастно-половой принадлежностью особенностями современной экзогенной среды. Мониторинг физиологического статуса учащихся высшей школы целесообразен в рамках научных исследований, реализации социальных программ, текущего медико-педагогического контроля.

**Ключевые слова:** современные учащиеся, юношеский период, морфотипы, тотальные размеры тела, соматометрия, физиометрия, региональные нормативы, корреляции, внутригрупповые характеристики.

**AN ANTHROPOMETRIC AND PHYSIOLOGICAL STATUS OF MODERN STUDENTS**  
Research article**Kalyuzhny E.A.<sup>1,\*</sup>, Romashkina A.M.<sup>2</sup>, Astanakulov T.N.<sup>3</sup>**<sup>1, 2, 3</sup> Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

\* Corresponding author (eakmail[at]mail.ru)

**Abstract**

The studied objective anthropometric and physiological indicators traditionally serve as markers of success of students' adaptation in today's exo-environment. The general trend of the indicators is in the range of the regional optimum, some variables reliably go into the zones of functional stresses. The modern, local nature of the observation is justified by the fixation of physiological indicators during the 2020-21 academic year in the second-year students of a Nizhny Novgorod higher education institution. The statistical results of a prompt cross-section are presented in comparison with the centile intervals of the regional population standard. The intra-group dynamics of the indicators are determined by the morphological type of the individuals, age and gender characteristics, and the modern exogenous environment. The monitoring of the physiological status of high school students is advisable within the framework of scientific research, implementation of social programs, and current medical and pedagogical supervision.

**Keywords:** modern students, adolescence, morphotypes, total body size, somatometry, physiometry, regional standards, correlations, intra-group characteristics.

**Введение**

Соматометрические, физиометрические характеристики современных учащихся актуальны, в контексте их изучения как индикаторов образа жизни, досуга и условий среды образовательного процесса. Последние этапы секулярного тренда показывают существенные изменения статистических параметров физического развития учащихся. Юношеский период, является сенситивным при переходе к первому периоду зрелости и обусловлен завершением ростовых процессов на фоне интенсивной функциональной стабилизации в условиях психфизиологической образовательной нагрузки. Наблюдение физиологических показателей целесообразно с позиций национальных проектов «Здравоохранение», «Образование», научных исследований, медико-педагогического контроля [1], [3], [10].

**Методы и принципы исследования**

Исследование физиологических показателей современных учащихся проведено при кафедре нормальной физиологии им. Н.Ю. Беленкова ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава РФ, с участием студентов (n=100: ♂-30; ♀-70) юношеского возраста 17-21 год(V). В контексте разработанной, персонифицированной анкеты, и 9 ст. ФЗ № 152 от 27.07.2006 г. «О персональных данных», с привлечением стандартных методик и оборудования произведены антропометрические измерения. Абсолютные значения показателей: длина тела (DT), масса тела (MT), окружность грудной клетки (OGK), кистевая динамометрия правой кисти (KDP), жизненная емкость легких (GEL), проведены расчеты интегральных физиологических показателей: индекс Кетле (IK2). Респонденты были классифицированы по методике Черноуцкого М.В. согласно морфологических типов (MFT): астеноидный (A), нормостеноидный (N), гиперстеноидный (G) [5], [8]. Определение процентов скелетно-мышечной (%SMM) и жировой массы (%MGT) проведено по формуле Я. Матейки с измерением стандартных девяти кожно-жировых складок и четырех окружностей [2], [4]. Формирование таблицы вариативности, объяснения связей, статистика показателей рассчитывалась с применением операторов пакета прикладных программ Excel 2007.

### Результаты исследования и их обсуждение

В юношеский период у большинства учащихся уже завершаются ростовые процессы организма, в то же время, функциональные показатели, подвергаясь общей закономерности гетерохронности роста и созревания, претерпевают процессы дифференциации и стабилизации. Показаны объективные физиологические факторы заявленной возрастной группы учащихся, в формате средних значений, в статистическом сравнении по полу, результаты приведены в соответствие центильными шкалами(ци) регионального норматива [6], [7], [11].

У юношей и девушек, средние значения длины тела  $M \pm m = (178,1 \pm 1,49$  и  $166,9 \pm 0,86$  см.) соответствуют 5 ци, показана нормальная половая грация на 6,7% в пользу юношей, МТ и ОГК на 27,4 и 15,0% превышает показатель у юношей относительно девушек в статистически значимой грации, соответственно ( $p < 0,05$ ), однако в динамике популяционной нормы у юношей и девушек масса тела соответствует 4-5ци, абсолютные значения средних ИК2 в обеих группах соответствует 3-5ци. Антропометрические показатели в общем формате не выходят за пределы оптимума, в то же время показывают тенденцию их увеличения (см. Таблицу-1).

Таблица 1 – Показатели физиологического статуса студентов 17-21 год

Показатели	Юноши n=30	Девушки n=70	Статистика		
			$\pm \Delta$		P<
			Абс.	%	
DT(см.)	178,1 $\pm$ 1,49	166,9 $\pm$ 0,86	+11,2	6,7	0,01
MT(кг.)	74,8 $\pm$ 2,64	58,7 $\pm$ 1,51	+16,1	27,4	0,01
ОГК(см.)	88,4 $\pm$ 1,74	76,9 $\pm$ 0,99	+11,5	15,0	0,01
ИК2(у.е.)	23,5 $\pm$ 0,81	21,1 $\pm$ 0,46	+2,40	11,4	0,01
GEL(л.)	4,25 $\pm$ 0,275	3,23 $\pm$ 0,230	+1,02	31,6	0,05
KDP(кг.)	36,1 $\pm$ 1,55	22,3 $\pm$ 0,84	+13,8	61,9	0,01
KDL(кг.)	33,7 $\pm$ 1,62	22,5 $\pm$ 0,92	+11,2	49,8	0,01
МЖТ(кг.)	15,7 $\pm$ 1,91	16,1 $\pm$ 1,09	- 0,4	-2,5	0,87
% MGT(%)	20,2 $\pm$ 2,06	26,6 $\pm$ 1,18	- 6,4	-24,1	0,01
SMM(кг.)	24,1 $\pm$ 1,16	18,1 $\pm$ 0,66	+6,0	33,1	0,01
% SMM(%)	33,3 $\pm$ 1,91	30,9 $\pm$ 10,9	+2,4	7,8	0,28

Физиометрические показатели традиционно неоднозначны в своем объективном выражении. GEL при средних значениях  $M \pm m = (4,25 \pm 0,275$  и  $3,23 \pm 0,230$  мл.) соответствуют 6 ци, показывая большие емкости у юношей на 31,6% больше относительно девушек. Динамометрия KDP-  $M \pm m = (36,1 \pm 1,55$  и  $22,3 \pm 0,84$  кг.) и KDL-  $M \pm m = (33,7 \pm 1,62$  и  $22,5 \pm 0,92$  кг), демонстрируя значимое ( $p < 0,01$ ) преобладание показателя у юношей 3ци, относительно регионального норматива, как обшгрупповую тенденцию снижения силового показателя.

Средние значения показателей кожно-жировых складок в их статистическом выражении по региональному нормативу показывают диапазон завышения, 7ци, как у юношей, так и у девушек. Характерной особенностью проявления данных стоматоскопических факторов у наблюдаемой группы является тенденционное преобладание линейной толщины всех восьми кожно-жировых складок у девушек относительно юношей. У юношей физиологически оправданной величиной проявилась толщина кожной складки на кисти на 0,20мм., или 10% при  $p = 0,12$  больше, на уровне устойчивой тенденции относительно девушек. Комплексная оценка содержания жировой ткани в организме с привлечением стандартной формулы Матейки, так же подтвердила общебиологическую и популяционную возрастно-половую закономерность, в данной возрастной группе у девушек на 24,1% больше жировой ткани, что соответствует, при  $p < 0,01$ , двум с половиной килограммам.

Показатели скелетно-мышечной массы, характеризуют современную наблюдаемую группу как нормально выраженную, относительно физиологического норматива. Средние значения SMM% при  $M \pm m = (33,3 \pm 1,91$  и  $30,9 \pm 10,9)$  в абсолютном выражении значимо ( $p < 0,01$ ) выше у юношей, предположительно объясняют более высокие показатели активно-клеточной массы у юношей относительно девушек при биоимпеданстных исследованиях.

Респонденты в 82% случаев показали нормостеноидный тип телосложения, подтверждая нормальное распределение по этой типологии на популяционном уровне. Внутригрупповая грация выявила большую процентную наполняемость групп асениками- 10% девушек, что в два раза превышает представительство юношей, так же выявлена противоположная картина в группе гиперстеников, в которой юноши превышают представительство девушек в два раза- 14% против 7%. Для юношеского возраста данные распределения в контексте соматотипирования, по мнению авторов (Скоблина Н.А., Милушкина О.Н., Богомолова 2019г.) считается оправданным секулярным приоритетом (см. Таблицу-2).

Таблица 2 – Морфотипическая и половая динамика ИК2

MFT		Индекс Кетле 2 (у.е.)		
		A	N	G
%	Всего	9	82	9
	Юноши/девушки	5/10	81/82	14/7
Юноши		19,1 $\pm$ 1,05	22,5 $\pm$ 0,72	31,5 $\pm$ 1,75
Девушки		16,6 $\pm$ 1,15	21,2 $\pm$ 0,41	25,9 $\pm$ 1,36
Статистика		$F_{пол} = 7,06$ сс = 2/88 $p < 0,01$		

Определены закономерные ( $p < 0,01$ ) зависимости увеличения значений показателя IK2 внутри половых группы по мере продвижения частот от астеничной в гиперстеничную группы. У юношей увеличение процента составило 19,6%, у девушек 9,3%, и более высокие абсолютные значения индекса у юношей.

Анализ корреляций между наблюдаемыми показателями, установил закономерные, слабовыраженные связи между собой. Обусловленности показывают, что у юношей, фактор возраст (17-21 год) показывает снижение связи по мере взросления учащихся, у девушек показана обратная тенденция, в виде слабой положительной связи. У юношей по мере возрастания Индекса Кетле2 увеличиваются, показатели кистевой динамометрии, %SMM значимо снижается, тогда как у девушек KDP и % MGT снижается, а процент SMM растет (см. Таблица-3).

Таблица 3 – Гендерная динамика(R)-Спирмена

Показатель	V	IK2	KPD	%SMM	% GT
Юноши					
V	-	0,10	0,05	0,10	0,02
IK2	-0,11	-	-0,1	0,37	-0,33
KPD	-0,23	0,27	-	0,04	0,08
%SMM	-0,30	0,29	-0,08	-	-0,43
% GT	-0,22	-0,54	0,33	-0,38	-
Девушки					

Обусловленности соотношений %SMM и % MGT обратнопропорциональны и у юношей зависимость выражена более слабо.

### Заключение

При выявлении объективной картины морфологических типов современных учащихся высшей школы, проведен анализ массо-ростовых соотношений, охарактеризованы основные внутригрупповые показатели состава тела с применением традиционных методик.

Наблюдаемые, объективные антропометрические, физиологические характеристики показали принадлежности к нормальным диапазонам региональных и популяционных норм.

Динамики показателей, обусловлены возрастно-половой принадлежностью и особенностями современной экзотической среды обитания.

Конфликт интересов, заинтересованность авторов, которая могла повлиять на ход и результаты исследования не присутствует.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Богомолова Е.С. Характеристика физического здоровья учащихся современных общеобразовательных организаций / Е.С. Богомолова, М.В. Шапошникова, Н.В. Котова и др. // Гигиена и санитария. Т. 98. № 9. 2019г. С. 956-961.
2. Гаврюшин М.Ю. Нормативы физического развития детей и подростков / М.Ю. Гаврюшин, Ж.В. Гудинова, Н.А. Скоблина и др. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018661994, 25.09.2018. Заявка № 2018619420 от 27.08.2018.
3. Година, Е.З. Динамика процессов роста и развития у человека: пространственно-временные аспекты: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.13/ Година Елена Зиновьевна. – М., 2001. – 50 с.
4. Калюжный Е.А. Морфофункциональное состояние и адаптационные возможности учащихся образовательных учреждений в современных условиях: монография / Е.А. Калюжный, ПИМУ, ННГУ. – Арзамас: АФННГУ – 2020. – 328с.
5. Курникова А.А. Особенности пропорций тела студентов / А.А., Курникова И.Г. Стельникова, Ю.П. Потехина // Морфология. 2018. Т. 153. № 3. С. 161-162.
6. Матвеева Н.А. Морфофункциональный статус и функциональные резервы студентов г. Нижнего Новгорода / Н.А. Матвеева, Е.О. Максименко, Е.С. Богомолова // Социальные процессы современной России. Международная научно-практическая конференция. В 2 т. Нижний Новгород. 2020г. С. 251-254.
7. Мухина И.В. Физиология с основами анатомии / И.В. Мухина, Ю.П. Потехина, И.Ф. Волкова и др. // Учебно-методическое пособие для практических занятий / Нижний Новгород. 2017 г. 325с.
8. Николаев, Д.В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д.В. Николаев, А.В. Смирнов, И.Г. Бобринская, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2009.- 392с.
9. Скоблина Н.А. Оценка физического развития детского населения: исторический опыт и современные вызовы / Н.А. Скоблина, О.Ю. Милушкина, М.Ю. Гаврюшин и др. // Фундаментальная и клиническая медицина. Т. 4. № 4. 2019г. С. 89-96.
10. Скоблина Н.А. Научно-методическое обоснование оценки физического развития детей в системе медицинской профилактики: автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.07. Скоблина Наталья Александровна.– Москва, 2008. – 48 с.
11. Физическое развитие и функциональные резервы студентов вузов. Методы исследования и оценки / Н.Г. Чекалова и др.; под. Ред. Н.Г. Чекаловой. – Н.Новгород: Изд. НижГМА, 2017.-68 с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Bogomolova E. S. Kharakteristika fizicheskogo zdorov'ja uchashhikhsja sovremennykh obshheobrazovatel'nykh organizacij [Characteristic of Physical Health of Students of Modern Educational Organizations] / E. S. Bogomolova, M. V. Shaposhnikova, N. V. Kotova et al. // Gigiena i sanitarija [Hygiene and Sanitation]. Vol. 98. No. 9. 2019, pp. 956-961 [in Russian]
2. Gavryushin M. Yu. Normativy fizicheskogo razvitiya detej i podrostkov [Standards of Physical Development of Children and Adolescents] / M. Yu. Gavryushin, Zh. V. Gudina, N. A. Skoblina, et al. // Svidetel'stvo o registracii programmy dlja EhVM RU 2018661994, 25.09.2018. Zajavka № 2018619420 ot 27.08.2018 [Registration Certificate of a Computer Program RU 2018661994, 25.09.2018. Application no. 2018619420 dated 27.08.2018] [in Russian]
3. Godina, E. Z. Dinamika processov rosta i razvitiya u cheloveka: prostranstvenno-vremennye aspekty [Dynamics of the Processes of Growth and Development in Humans: Spatial and Temporal Aspects]: Extended abstract of Doctor's thesis. Biological Sciences: 03.00.13 / Godina Elena Zinov'yevna. - M., 2001. - 50 p. [in Russian]
4. Kalyuzhny E. A. Morfofunkcional'noe sostojanie i adaptacionnye vozmozhnosti uchashhikhsja obrazovatel'nykh uchrezhdenij v sovremennykh uslovijakh: monografija [Morphofunctional State and Adaptive Capabilities of Students of Educational Institutions in Modern Conditions: A Monograph] / E. A. Kalyuzhny, Privolzhsky Research Medical University, UNN. - Arzamas: Arzamas branch of UNN-2020 – 328 p. [in Russian]
5. Kurnikova A. A. Osobennosti proporcij tela studentov [Features of the Students ' Body Proportions] / A. A. Kurnikova I. G. Stelnikova, Yu. P. Potekhina // Morfologiya [Morphology]. 2018. Vol. 153. No. 3, pp. 161-162 [in Russian]
6. Matveeva N. A. Morfofunkcional'nyj status i funkcional'nye rezervy studentov g. Nizhnego Novgoroda [Morphofunctional Status and Functional Reserves of Students of Nizhny Novgorod] / N. A. Matveeva, E. O. Maksimenko, E. S. Bogomolova // Social'nye processy sovremennoj Rossii. Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. V 2 t. [Social Processes of Modern Russia. International Scientific and Practical Conference. in 2 Volumes]. Nizhny Novgorod. 2020, pp. 251-254 [in Russian]
7. Mukhina I. V. Fiziologija s osnovami anatomii [Physiology With the Basics of Anatomy] / I. V. Mukhina, Yu. P. Potekhina, I. F. Volkova et al. // Uchebno-metodicheskoe posobie dlja prakticheskikh zanjatij [Educational and Methodological Guide for Practical Classes] / Nizhny Novgorod. 2017. 325 p. [in Russian]
8. Nikolaev, D. V. Bioimpedansnyj analiz sostava tela cheloveka [Bioimpedance Analysis of the Human Body Composition] / D. V. Nikolaev, A.V. Smirnov, I. G. Bobrinskaya et al. - M.: Nauka, 2009. - 392 p. [in Russian]
9. Skoblina N. A. Ocenka fizicheskogo razvitiya detskogo naselenija: istoricheskij opyt i sovremennye vyzovy [Evaluation of the Physical Development of the Child Population: Historical Experience and Modern Challenges] / N. A. Skoblina, O. Yu. Milushkina, M. Yu. Gavryushin et al. // Fundamental'naja i klinicheskaja medicina [Fundamental and Clinical Medicine]. Vol. 4. No. 4. 2019, pp. 89-96 [in Russian]
10. Skoblina N. A. Nauchno-metodicheskoe obosnovanie ocenki fizicheskogo razvitiya detej v sisteme medicinskoj profilaktiki [Scientific and Methodological Substantiation of the Assessment of the Physical Development of Children in the System of Medical Prevention]: Extended abstract of Doctor's Thesis. Medical Sciences: 14.00.07 / Skoblina Natalia Aleksandrovna. - Moscow, 2008. - 48 p. [in Russian]
11. Fizicheskoe razvitie i funkcional'nye rezervy studentov vuzov. Metody issledovanija i ocenki [Physical Development and Functional Reserves of University Students. Methods of Research and Evaluation] / N. G. Chekalova et al.; edited by N. G. Chekalova. - Nizhny Novgorod: NizhGMA Publishing house, 2017. - 68 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.036>**О НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЛЕСОВ  
С ПОЗИЦИЙ ПОПУЛЯЦИОННО-ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА**

Научная статья

**Савиных Н.П.<sup>1,\*</sup>, Березин А.А.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-4996-8269;<sup>1,2</sup> Вятский государственный университет, Киров, Россия

\* Корреспондирующий автор (savva\_09[at]mail.ru)

**Аннотация**

Большая часть сельскохозяйственных земель не используется в последние десятилетия по назначению и зарастает лесом. Способы оценки таких участков на основе строения особей, их состава и будущего состояния пока разработаны недостаточно. Цель данного исследования – сопоставить подходы к характеристике разновозрастных особей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на бывших сельскохозяйственных полях. Для этого изучено разнообразие и охарактеризованы морфологические и биологические особенности сосен с позиций лесоведения, биоморфологического и популяционно-онтогенетического подходов. Установлена неоднозначность использования имеющейся терминологии для описания строения растений, оценки зарастания поля и прогнозирования мероприятий по уходу. На основе совокупности подходов предложено понятие «функциональная группа» – совокупность молодых растений с определенной ролью в становлении будущего леса и ее варианты. Согласно этим понятиям охарактеризованы сосны на модельных участках зарастающих полей, описан процесс и модель зарастания, установлен период начала ухода за сообществом, предложены характеристики функциональных групп при экспресс-анализе зарастающего поля для разработки необходимых лесохозяйственных мероприятий при формировании будущего продуктивного леса.

**Ключевые слова:** постагрогенный лес, древостой, подрост, онтогенетическая группа растений, сосна обыкновенная.

**ON THE INITIAL STAGES OF THE FORMATION OF POSTAGROGENIC FORESTS  
FROM THE STANDPOINT OF THE POPULATION AND ONTOGENETIC APPROACH**

Research article

**Savinykh N.P.<sup>1,\*</sup>, Berezin A.A.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-4996-8269;<sup>1,2</sup> Vyatka State University, Kirov, Russia

\* Corresponding author (savva\_09[at]mail.ru)

**Abstract**

In recent decades, most of the agricultural land has not been used for its intended purpose and is overgrown with forest. Methods for assessing such sites based on the structure of individuals, their composition, and future condition have yet to be sufficiently developed. The purpose of the current study is to compare approaches to the characterization of different-age individuals of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in former agricultural fields. For this purpose, the authors of the research study the diversity and morphological and biological aspects of pine trees from the standpoint of forest science, biomorphological and population-ontogenetic approaches. The study establishes the ambiguity of using the available terminology for describing the structure of plants, assessing the overgrowth of the field, and predicting forest care measures. On the basis of a set of approaches, the authors propose the concept of a "functional group", a set of young plants with a certain role in the formation of the future forest as well as the variants of this set. Based on these concepts, the study characterizes the pines in the model areas of overgrown fields; describes the process and model of overgrowth, establishes the beginning period of care for the community, proposes the characteristics of functional groups in the express analysis of the overgrown field for the purposes of developing of the necessary forestry measures in the formation of the future productive forest.

**Keywords:** postagrogenic forest, stand of trees, undergrowth, ontogenetic group of plants, Scots pine.

**Введение**

В последние десятилетия значительно изменилось состояние земель, используемых ранее как сельскохозяйственные угодья. Значительная часть их оказалась заброшенной. Поля зарастают деревьями или представляют собой уже сформированные разные по составу, количественным и качественным характеристикам сообщества, которые могут использоваться как дополнительные источники древесных ресурсов, и получили название постагрогенных лесов – сформировавшихся на месте неиспользуемых сельскохозяйственных земель. Многие из них загущены, с большим запасом, но не всегда качественной древесины.

Методика оценки состояния и состава таких сообществ пока не разработана. Поэтому цель данного исследования – сопоставить разные подходы к характеристике морфологических и биологических особенностей разновозрастных особей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на зарастающих полях для их оценки. Для этого решали следующие задачи:

1. Сопоставить морфологические и биологические особенности особей сосны на ранних этапах онтогенеза с позиций лесоведения, биоморфологического и популяционно-онтогенетического подходов.
2. Выделить функциональные группы особей сосны на зарастающем поле и определить их морфометрические критерии.

3. Апробировать способ оценки морфологических и биологических особенностей растений сосны на зарастающем поле методом функциональных групп.

4. Смоделировать процесс зарастания поля.

5.

#### Методы и принципы исследования

В лесоведении при характеристике морфологических и биологических особенностей особей одной породы разного возраста и положения в древостое выделяют деревья разных ярусов и подрост (с диаметром ствола до 6 см) крупный (более 1,5 м высотой) и мелкий разных категорий благонадежности. Основным показателем жизненного состояния подроста – текущий прирост осевого / вершинного побега (далее – главной оси) [1], [2], [3], [4] и соотношение ее и боковых побегов [5].

Значительно детальнее качественное состояние разновозрастных особей деревьев оценивается с позиций популяционно-онтогенетического подхода [6], [7]. В наиболее обобщенном виде онтогенетические состояния сосны описаны Л. А. Жуковой с соавторами [8] с учетом данных О. И. Евстигнеева [9] и В. И. Пчелина [10]. В имматурном (im) и виргинильном (v) онтогенетических состояниях О. И. Евстигнеев выделяет две подгруппы – im<sub>1</sub>, im<sub>2</sub> и v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub> соответственно (см. таблицу 1). Мы сопоставили также морфометрические параметры растений с таковыми у молодых генеративных особей (далее – g<sub>1</sub>).

#### Основные результаты

Мы изучили морфологические и биологические особенности сосен на полях, зарастающих в течение 11–15 лет и оценили их с позиций указанных подходов на 5 пробных площадках по 400 м<sup>2</sup>, где выполнены полные геоботанические описания по традиционным методикам, измерены морфометрические показатели у каждого растения сосны. По высоте и диаметру ствола отчетливо выделились 5 групп растений: более 2,0 м с диаметром 1) более 8 см; 2) 6–7,9 см; 3) с диаметром 4–5,9 см и высотой от 2 до 6 м; 4) с диаметром 2–3,9 см и высотой 1,5–2 м; 5) с диаметром меньше 2 см и высотой менее 2 м. Согласно лесоводственным характеристикам растения 1 группы относят к деревьям, с 3 по 5 групп – к подросту. Вторая группа занимает промежуточное положение между деревьями и подростом.

Далее мы сопоставили морфометрические показатели растений выделенных групп с показателями онтогенетических состояний сосны прегенеративного периода и молодых генеративных. Для этого у 10 особей первых трех групп, взятых методом свободной выборки на одной из пробных площадок, оценили возраст, высоту, диаметр кроны, форму кроны, порядок ветвления, прирост главной оси и боковых побегов последнего годового прироста, длину хвоинок (см. таблицу 2).

Таблица 1 – Основные морфометрические показатели молодых особей сосны обыкновенной

Признаки	Онтогенетические состояния				
	Im <sub>1</sub>	Im <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>
Возраст, лет	5	6	8 (6–10)	Ср. 17	
Высота, м	0,17–0,35	0,5–7 0,53–0,98	3–10		6–15 (до 24) от 5,5
Диаметр кроны, м	0,07–0,13	0,3–0,7 0,38–0,63	0,5–4	1–9	4–8 / 2,7
Форма кроны	Веретеновидная		Широко веретеновидная с острой верхушкой	Широко веретеновидная с острой верхушкой (ствол очищен до 2 м)	Островер-шинная конусовидная, м.б. из 2–3 стволов
Диаметр ствола, см	Нет данных		Нет данных		9 / 8–10 – 28–36
Ветвление, порядок	2	3–4	Преобладают 3–4 порядки	Появляются побеги 5 порядка	5–8 / 6–7
Прирост главной оси, см		6–12 / до 40	20–40	30–60	50 / 100–150
Прирост боковых осей, см	6–8 – 20 (до 30) – II порядка		10 – 15 – III–IV порядка		4 – 7 у осей VI–VII порядков
Длина хвоинок, см	4 – 11		5 – 12		5–10, максимум 84
Длительность жизни хвоинок, годы	3 – 4		2 – 3 (редко 4)		2 – 3

Примечание: курсивом выделены признаки по О.И. Евстигнееву (1995), жирным шрифтом – преобладающие показатели; составлено по источникам [8], [9]

Таблица 2 – Морфометрические характеристики растений разных групп сосен (средние из 10 повторностей, минимальные и максимальные значения)

Признаки	Группы особей (параметры), онтогенетические группы (ОГ)					
	1	ОГ	2	ОГ	3	ОГ
Возраст, лет	7,7 (7–9)	v <sub>1</sub>	6,5 (6–7)	im <sub>2</sub>	6,3 (6–8)	v <sub>1</sub>
Диаметр ствола, см	9,1 (8–12)	g <sub>1</sub>	6,5 (6,0–7,5)	v	4,9 (4–5,8)	v
Высота, м	4,8 (3,8–6,0)	v	3,6 (2,5–4,8)	v <sub>1</sub>	2,9 (2,5–3,5)	im <sub>2</sub>
Диаметр кроны, м	3,14 (2,5–3,7)	v <sub>1</sub>	2,4 (2,0–2,8)	v <sub>1</sub>	2,0 (1,5–2,4)	v <sub>1</sub>
Форма кроны	1ШЯ, 1ШК, 1ШВ, 3Я, 3К, 3 В	v <sub>1</sub>	2ШВ, 6В, 2Я	im	1УВ, 2В, 3Я, 4К	v <sub>1</sub>
Ветвление, порядок	3	im <sub>2</sub>	3	im <sub>2</sub>	2,7 (2–3)	im <sub>2</sub>
Прирост главной оси, см	45,5 (25–55)	v <sub>2</sub>	50 (35–60)	g <sub>1</sub>	49,5 (35–60)	v <sub>2</sub>
Прирост боковых осей, см	33,0 (30–40)	v <sub>2</sub>	32,5 (20–50)	v <sub>2</sub>	28,0 (20–35)	v <sub>2</sub>
Длина хвоинок, см	6,5 (6–7)	im <sub>2</sub> , v <sub>1</sub> g <sub>1</sub>	6,3 (6–7)	im <sub>2</sub> , v <sub>1</sub> g <sub>1</sub>	6,2 (6–7)	im <sub>2</sub> , v <sub>1</sub> g <sub>1</sub>

Примечание: формы кроны: ШЯ – широкояйцевидная; ШК – ширококонусовидная; ШВ – широковеретеновидная; Я – яйцевидная; К – конусовидная; В – веретеновидная; УВ – узковеретеновидная

Оказалось, что по средним значениям возраста растения этих трех групп различаются не более, чем на один год, т.е. они почти одинаковы по календарному возрасту. Но растения 1 группы по диаметру и форме кроны, порядку ветвления относятся к первой группе виргинильных особей; однако, годовой прирост главной оси со значениями от 25 до 55 см (среднее значение – 45,5) почти соответствует минимальному значению этого показателя у молодых генеративных особей (50 см). Длина же хвоинок – показателям и виргинильных особей второй группы, и молодых генеративных. В целом, принимая во внимание значения приростов главной оси и боковых побегов (45,5 и 33,0 соответственно) мы относим эти растения ко 2 виргинильной группе – по габитусу они соответствуют молодым генеративным растениям, но еще не перешли к семеношению.

Растения 2 группы по возрасту, форме кроны и порядку ветвления соответствуют второй имматурной онтогенетической группе. Но по высоте и диаметру кроны их можно отнести к первой виргинильной. Как и у растений 1 группы, прирост главной оси и боковых побегов соответствует минимальному значению этого показателя у молодых генеративных особей, а длина хвоинок – значениям имматурных 2, виргинильных и молодых генеративных. При очевидной морфологической поливариантности растений этой группы, с учетом диаметра их стволов, годовых приростов оси и боковых побегов считаем возможным отнести такие растения к первой виргинильной группе.

Особи 3 группы меньшего возраста и по большему числу признаков, а именно: возрасту, высоте, форме кроны, порядку ветвления – относятся к имматурным. Но также, как и в предыдущих группах, прирост главной оси у них с показателями от 35 до 60 см при среднем значении 49,5 см и боковых побегов 28 см соответствуют таковым у молодых генеративных особей. Поэтому считаем возможным отнести их ко второй имматурной группе. Они представляют большой потенциал для развития лесного насаждения, особенно с учетом их высокой численности на большинстве площадок. То же можно заметить и про особей двух остальных групп, меньших по возрасту, высоте и диаметру ствола.

Таким образом, растения первой группы представляют вторую виргинильную онтогенетическую группу, второй группы – первую виргинильную, третьей – вторую имматурную, 4 и 5 групп – первую имматурную группы соответственно. Очевидно, что четкую грань между отчетливо выделяющимися по морфологическим и биологическим особенностям группами растений в соответствии и с этим подходом установить трудно.

Поэтому мы предлагаем разновозрастные растения прегенеративного периода на зарастающем поле по их роли в формировании будущего древостоя разделить на функциональные группы, используя для этого типичные в лесоводческом подходе понятия: деревья и подрост. Растения 1 группы – Деревья (Д); в будущем они станут лидерами первого яруса древостоя. Растения 2 группы того же онтогенетического состояния, но с меньшими показателями диаметра ствола, предлагаем отнести к крупному подросту. Но с учетом их морфологических особенностей предлагаем назвать эту группу подростом крупным с литером 0 – (ПК-0). В будущем они также пополнят первый ярус древостоя, т.е. функция их та же, что и у деревьев.

Среди более мелких растений выделили молодые, которые развились из семян, сформировавшихся позднее после начала заселения поля – третья функциональная группа растений зарастающего поля – подрост крупный с литером 1 – (ПК-1) – растения второй имматурной онтогенетической группы; эти растения способны в будущем сформировать второй ярус древостоя при условии небольшого числа особей первых двух групп.

Другие растения того же возраста, но с худшей жизненностью и меньшими значениями их морфологических параметров мы разделили еще на 2 группы: 1) подрост крупный с литером 2 (ПК-2): высотой от 1,5 до 2 м с диаметром ствола от 2 до 3,9 см, часто с большим календарным возрастом; 2) подрост мелкий (ПМ) с диаметром меньше или равным 2 см и высотой меньше 2 м. Судьба этих особей не однозначна и требует дальнейшего изучения. Таким образом, спектр функциональных групп сосны на начальных стадиях зарастания поля (до перехода растений к репродукции) следующий: Д, ПК-0, ПК-1, ПК-2, ПМ.

С использованием предложенной терминологии мы оценили состав сосен на бывшем поле и составили модель его зарастания на одной из пробных площадок (окр. бывшей деревни Малые Медянцы Верхошижемского района



Кировской области (N57° 57.076' E48° 58.644'). Она окружена с севера заросшим сосной полем; на юге – старым сенокосом на месте бывшего поля; с востока – полевой дорогой, придорожным кустарником и грунтовой дорогой; на западе – заросшим сосной и кустарником полем. Здесь единично встречаются типичные для региона виды подлеска – рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.) высотой 1,5 и 0,5 м соответственно. Травянистый ярус образован 17 видами высших растений, расположенных в три подъяруса: 40, 20–40 и 20 см и ниже. Общее покрытие травяным покровом 100%. Отмечено несколько микрогруппировок земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) по 1–2 м<sup>2</sup> каждая и одна люпина многолистного (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) площадью 5–6 м<sup>2</sup>. Массово равномерно встречаются луговые травы: злаки (овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) и ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.); группами – разнотравье: пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.s.l.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.); единично – цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.), чертополох колючий (*Carduus acanthoides* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.) и бедренец камнеломка (*Pimpinella saxifraga* L.). Очевидно, что в этом массиве луговая стадия сукцессии сопровождается появлением рудеральных видов (чертополох курчавый, полынь обыкновенная, цикорий обыкновенный, бодяк полевой) и одного – типичного вида лесных вырубок – земляники лесной.

На площадке выявлено 62 особи основных лесообразующих пород региона в прегенеративном периоде онтогенеза: 47 сосен, 14 елей и одна береза. Первыми появились ели (они старше всех по возрасту): одна 10 лет, три – 9 лет и по две семи- и шестилетних. При этом ни одна из них не соответствует по диаметру показателю дерева.

Самые взрослые сосны восьмилетние, самые молодые – трех лет. Деревьев возрастом 7 и 8 лет два, высотой 4,1 и 4,2 м, с диаметром ствола 9,5 и 9,0 см. Выявлено четыре особи ПК-0 со средним диаметром ствола 6,7 см высотой 3,6 м возрастом 7 (три) и 6 лет. ПК-1 – 8 растений, 6 из которых шестилетние со средним диаметром 4,86 см и высотой 3 м. ПК-2 – 11 особей с диаметром от 2,0 до 3,5 см (средний – 2,62 см) и высотой от 2,0 до 2,8 (среднее значение – 2,44) м. ПМ представлен 22 растениями, преимущественно 4 и 5-летними 1,5 м высотой и средним диаметром 1,63 см (крайние значения – от 1,2 до 2,0 см). Треть этих растений угнетена, преимущественно 4-х-летние.

Таким образом, формула функциональных групп сосны этого участка – 2Д 4ПК-0 8ПК-1 11ПК-2 22ПМ (см. таблицу 3), ели – 1ПК-1 9ПК-2 4ПМ.

Мы сопоставили полученные данные по годам с учетом возраста сосен и представили модель зарастания поля по годам (см. таблицу 3). По-видимому, неиспользуемое поле начало зарастать 11–10 лет назад, поскольку самые взрослые деревья здесь – 10–9-летние ели. Первые сосны появились на третий год после них. На 6 год закончилось формирование ПК-0 и ПК-1, на 7 – ПК-2. ПМ формировался с 6 по 9 год. Изменяется и число особей по годам: 1 – 4 – 13 – 20 – 32 – 41 – 59 – 60 – 61. Значительно увеличилось число сосен (10 особей) на 5 год зарастания. На 7 год, а с учетом начала заселения сосен – на 5, сформировался основной состав будущих деревьев первого яруса на данном участке. В пересчете на 1 га здесь может вырасти до 100 деревьев. Пополнение древостоя возможно за счет особей 4 и 5 групп. Образование их в большом числе связано, возможно, с разреженностью растений и способно обеспечить формирование двухъярусного соснового леса, а далее – его успешное существование.

Таблица 3 – Динамика зарастания поля по годам

Годы зарастания	Число особей сосны и ели						Всего растений
	Д	ПК-0	ПК-1	ПК-2	ПМ	Ель	
1	0	0	0	0	0	ПК-1	<b>1: 1Е</b>
2	0	0	0	0	0	3ПК-2 (4)	<b>4: 4Е</b>
3	1	0	1	1	0	4ПК-2 2ПМ (10)	<b>13: 1Д 1ПК-1 1ПК-2 10Е</b>
4	+1=2	3	+1=2	1	0	1ПК-2 1ПМ (12)	<b>20: 2Д 3ПК-0 2ПК-1 1ПК-2 12Е</b>
5	2	+1=4	+6=8	+3=4	0	1ПК-2 1ПМ (14)	<b>32: 2Д 4ПК-0 8ПК-1 4ПК-2 14Е</b>
6	2	4	8	+4=8	5	14	<b>41: 2Д 4ПК-0 8ПК-1 8ПК-2 5ПМ 14Е</b>
7	2	4	8	+3=11	+15=20	14	<b>59: 41: 2Д 4ПК-0 8ПК-1 11ПК-2 20ПМ 14Е</b>
8	2	4	8	11	+1=21	14	<b>60: 2Д 4ПК-0 8ПК-1 11ПК- 2 21ПМ 14Е</b>
9	2	4	8	11	+1=22	14	<b>61: 2Д 4ПК-0 8ПК-1 11ПК- 2 22ПМ 14Е</b>
10	2	4	8	11	22	14	<b>61: 2Д 4ПК-0 8ПК-1 11ПК- 2 22ПМ 14Е</b>

Анализ спектра функциональных групп особей сосны на других площадках с таким же временем заселения показал сходные тенденции в зарастании полей этой породой. Очевидно, что после восьмого года от начала освоения поля сосной на его месте необходимо планировать лесохозяйственную деятельность по формированию будущего лесного насаждения. Особенно в связи с тем, если начало зарастания приходится на семенной год сосны. В этом

случае на 8 год появляется ель, присутствие которой нежелательно для формирования продуктивного древостоя и требует поведения необходимых рубок ухода. Рекомендации к лесохозяйственной деятельности здесь будут иными.

Предлагаем для экспресс-анализа зарастания поля следующие характеристики функциональных групп сосны (см. таблицу 4). Наибольшее значение в формировании будущего леса имеют растения групп Д, ПК–0 и ПК–1, поэтому приводим в данной работе только их характеристики. ПМ желательнo отмечать по числу особей на площадке и учитывать при разработке лесохозяйственных мероприятий.

Таблица 4 – Морфометрические характеристики функциональных групп сосен на зарастающем поле (средние, минимальные и максимальные значения)

Функциональная группа	Диаметр ствола, см	Высота, м	Прирост главной оси текущего года	Соотношение приростов боковых побегов и главной оси
Деревья	8 и более	4,8 (3,8–6,0)	50 см и более	Более или равно 2/3
ПК-0	6–7,9	3,6 (2,5–4,8)	50 см и более	Более или равно 2/3
ПК-1	4 – 5,9	2 – 6	40 см и более	Более или равно 2/3

### Заключение

1. Использование действующей терминологии для описания молодых особей сосны обыкновенной на зарастающих полях не позволяет корректно оценить процессы зарастания, прогнозировать развитие лесных сообществ и организовать лесохозяйственную деятельность по формированию продуктивных древостоев.

2. На основе синтеза лесоводственного, биоморфологического и популяционно-онтогенетического подходов к характеристике особей предложено и апробировано понятие «функциональная группа» как совокупность молодых растений на зарастающем поле с определенной ролью в становлении будущего леса и представлена модель его зарастания.

3. Предложены характеристики функциональных групп для экспресс-анализа состояния зарастающего поля.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Побединский А. В. Изучение лесовосстановительных процессов / А. В. Побединский – М.: Наука, 1966. – 64 с.
2. Злобин Ю. А. Оценка качества подроста древесных растений / Ю. А. Злобин // Лесоведение. – 1970. – №3. – С. 96–102.
3. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – №4. – С. 51–57.
4. Бобринев В. П. Оценка жизненного состояния подроста сосны на вырубках и гарях в восточном Забайкалье / В. П. Бобринев, Л. Н. Пак // Известия Самарского центра Российской академии наук. – 2012. – Том 14. – №1(8). – С. 1954–1957.
5. Правила лесовосстановления. Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации №1014 от 4.12.2020 г. (регистрационный № 61556 18.12.2020 г.) [Электронный ресурс] – URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 14. 03. 2021).
6. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Тр. БИН АН СССР, Сер. 3: Геоботаника. М.: АН СССР, 1950. – Вып. 6. – С. 7–204.
7. Уранов А.А. Возрастной спектр ценопопуляций как функция времени энергетических волновых процессов / А. А. Уранов // Биологические науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
8. Жукова Л. А. Онтогенез сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / Л. А. Жукова, А. А. Нотов, Н. В. Турмухаметова и др. // Онтогенетический атлас растений: научное издание. – Том VII. / Мар. Гос. ун-т; отв. и научн. ред. проф. Л. А. Жукова. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2013. – С. 26–65.
9. Евстигнеев О. И. Онтогенез сосны обыкновенной в разных экологических условиях Нерусско-Деснянского Полесья / О. И. Евстигнеев, Н. А. Татаренкова. – Ст. Нерусса, 1995. – 48 с. Деп. в Лесресурсе № 933-лх.
10. Пчелин В. И. Дендрология: учебник / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 519 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Pobedinskij A. V. Izuchenie lesovosstanovitel'nyh processov [Study of reforestation processes] / A. V. Pobedinskij. – М.: Nauka, 1966. – 64 p. [in Russian]
2. Zlobin Yu. A. Ocenka kachestva podrosta drevesnyh rastenij [Assessment of the quality of undergrowth of woody plants] / Yu. A. Zlobin // Lesovedenie [Forestry]. – 1970. – №3. – P. 96–102. [in Russian]
3. Alekseev V. A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev [Diagnostics of the vital state of trees and stands] / V. A. Alekseev // Lesovedenie [Forestry]. – 1989. – №4. – P. 51–57. [in Russian]
4. Bobrinev V. P. Ocenka zhiznennogo sostoyaniya podrosta sosny na vyrubkah i garyah v vostochnom Zabajkal'e [Assessment of the vital state of pine undergrowth in clearings and burned-out areas in eastern Transbaikalia] / V. P. Bobrinev, L. N. Pak // Izvestiya Samarskogo centra Rossijskoj akademii nauk [Bulletin of the Samara Center of the Russian Academy of Sciences]. – 2012. – Vol 14. – №1(8). – P. 1954–1957. [in Russian]

5. Pravila lesovosstanovleniya. Priказ ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Rossijskoj Federacii №1014 ot 4.12.2020 g. (registracionnyj № 61556 18.12.2020 g.) [Reforestation rules. Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation No. 1014 dated December 4, 2020 (registration No. 61556 December 18, 2020) [Electronic resource] – URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (accessed: 14.03.2021). [in Russian]
6. Rabotnov T.A. Zhiznennyj cikl mnogoletnih travyanistyh rastenij v lugovyh cenoazah [Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses] / T. A. Rabotnov // Tr. BIN AN SSSR, Ser. 3: Geobotanika. M.: AN SSSR, 1950. Issue 6. [Publications of the Biological Institute of the USSR Academy of Sciences] – P.7–204. [in Russian]
7. Uranov A. A. Vozrastnoj spektr cenopopulyacij kak funkciya vremeni energeticheskikh volnovykh processov [Age spectrum of cenopopulations as a function of the time of energy wave processes] / Uranov A. A. // Biologicheskie nauki [Biological sciences]. – 1975. – № 2. – P. 7–34. [in Russian]
8. Zhukova L. A. Ontogenez sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) [Ontogeny of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)] / L. A. Zhukova, A. A. Notov, N. V. Turmuhametova et al. // Ontogeneticheskij atlas rastenij: nauchnoe izdanie. – Vol VII [Ontogenetic Atlas of Plants: Scientific Edition. – Vol. VII]. / Mar. Gos. un-t; ed. L. A. Zhukova. – Yoshkar-Ola: Margu, 2013. – P. 26–65. [in Russian]
9. Evstigneev O. I. Ontogenez sosny obyknovennoj v raznyh ekologicheskikh usloviyakh Nerusso-Desnyanskogo Poles'ya [Ontogenesis of Scots pine in different ecological conditions of the Nerusso-Desnyansky Polesie] / O. I. Evstigneev, N. A. Tatarenkova – St. Nerussa, 1995. – 48 p. Dep. v Lesresurse № 933-lh. [in Russian]
10. Pchelin V. I. Dendrologiya: uchebnik [Dendrology: textbook] / V. I. Pchelin. – Yoshkar-Ola: MarGTU, 2007. – 519 p. [in Russian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.037>

## ФАКТОРЫ ДЕГРАДАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

Научная статья

Хабиров И.К.<sup>1</sup>, Сайфуллин Р.Р.<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Башкирский Государственный аграрный университет, Уфа, Россия;

<sup>2</sup> НИЦ-1 Научно-исследовательский институт ФСИН России, Москва, Россия

\* Корреспондирующий автор (nii.nauka[at]mail.ru)

### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы понятия деградации почв, классификации деградации почв. Даются определения таким понятиям, как вид деградации почв, тип деградации почв, скорость деградации почв, степень деградации почв, обратимость деградации. На основании экспертно-экономического подхода процессов деградации приводится классификация обратимости процессов деградации почвы. Показана зависимость тяжести рекультивационных мероприятий в зависимости от типов почв. В статье сделан вывод о том, что при оценке состояния почвы необходимо учитывать факторы деградации, вызывающие определенные типы и виды деградации, их совмещенность, степень выраженности, скорость, обратимость и устойчивость почв к дальнейшей деградации.

**Ключевые слова:** деградация почв, дегумификация, плодородие, рекультивация, фитомелиорация, подкисление, заболачивание.

## DEGRADATION FACTORS IN THE ASSESSMENT OF SOIL CONDITION

Research article

Khabirov I.K.<sup>1</sup>, Sayfullin R.R.<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia;

<sup>2</sup> Research Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia (Research Center No. 1), Moscow, Russia

\* Corresponding author (nii.nauka[at]mail.ru)

### Abstract

The article deals with the concept of soil degradation and the classification of soil degradation. The study provides definitions for such concepts as the kind, type, rate, degree, and reversibility of soil degradation. Based on the expert economic approach of degradation processes, the study also provides the classification of reversibility of soil degradation processes and demonstrates the dependence of the severity of reclamation measures based on the types of soil. The article concludes that when assessing the state of soil, it is necessary to take into account the factors of degradation that cause certain types of degradation, their combination, severity, speed, reversibility, and their resistance to further degradation.

**Keywords:** soil degradation, dehumidification, fertility, reclamation, vegetative reclamation, acidification, waterlogging.

### Введение

В настоящее время классификация деградации почв и ландшафтов в целом, не теряя своей актуальности, остается малоизученной областью почвоведения.

Понятие деградация почв применяют к разным по своей организации объектам: к конкретной почве, в пределах ее элементарного почвенного ареала, т.е. почвенной комбинации, как системе более высокого уровня. Необходимо различать понятия «деградация почвы» и «деградация почвенного покрова». Следует также выделить отдельно понятие «деградация земель», поскольку в этом случае включаются недра, приземный слой воздуха, почвенный покров, растительность, водные объекты, а также социально-экономические аспекты деятельности человека [1].

### Основная часть

Тип деградации почв определяется группой процессов, ухудшающих основные режимы функционирования почвы (водного, воздушного, теплового, окислительно-восстановительного, солевого, биологического) при воздействии одного или нескольких техногенных факторов.

Вид деградации почвы, в пределах типа, характеризуется преимущественным ухудшением конкретных свойств почв на первом этапе (впоследствии, первичное изменение одного, неминуемо приведет к трансформации всего комплекса свойств почвы) или он обусловлен различиями в факторах деградации, вызывающих одинаковую реакцию (например, разные причины вызывают переувлажнение, переосушение и т.д.) или ответные реакции зависят от вида однотипного воздействия (например, при загрязнении) и т.д. [2]. Подразделение на типы и виды деградации носит достаточно условный характер.

Для оценки состояния деградированных почв многие авторы считают необходимым учитывать ряд дополнительных факторов или условий, основные из которых следующие:

Совмещенность типов деградации или «число совмещенности» – число типов и видов деградации, проявляющихся в почве одновременно. Различные типы и виды деградации могут проявляться как отдельно, так и в самых различных сочетаниях. Очевидно, что совмещение различных типов и видов деградации усугубляет общий уровень трансформированности почв и осложняют процесс их восстановления [3].

Степень деградации – степень отклонения параметров от аналогичной недеградированной почвы или удаленность от оптимальных показателей, характерных для ненарушенных почв. Степень деградации в пределах одного вида можно оценивать с учетом известных градаций, шкал и санитарных нормативов. Общую или итоговую оценку степени деградации можно провести в соответствии с одним показателем для конкретного вида деградации и подразделить ее на пять степеней:

- 0 – недеградированные (исходные),
- 1 – слабодеградированные,
- 2 – среднедеградированные,
- 3 – сильнодеградированные,
- 4 – катастрофически деградированные.

Скорость деградации почвы – величина негативных изменений в единицу времени. Интенсивность развития типов деградации почв неодинакова. Относительно быстрые типы деградации – физическая, или механическая, загрязнение, пирогенез, ландшафтная деградация. Они могут происходить практически одновременно, например, при снятии плодородного слоя почвы бульдозером, засыпке почвы грунтом и т.д. В течение нескольких часов развивается осолонцевание почв при попадании техногенных рассолов. За несколько суток сгорают осушенные торфяники и леса. Быстрая деградация почв обычно сопровождается резким переходом от ненарушенного состояния до очень высокой или даже катастрофической степени деградации. Относительно медленно протекает деградация следующих типов – истощение, заболачивание, пересыхание, засоление (кроме аварийных разливов техногенных рассолов). Эти типы развиваются постепенно, переходя последовательно через все степени деградации. Переход от одной степени деградации до другой может занимать месяцы, годы и десятилетия. К примеру, по данным А.И. Климентьева и В.Е. Тихонова [4, С. 117-122] в черноземах Южного Урала (типичных, обыкновенных и южных) за 85 лет в процессе дегумификации было утеряно от 1,36 до 3% гумуса, что не превышает диапазона одной градации. Знание скорости деградации необходимо для принятия адекватных мер по ее торможению и восстановлению почвы.

Обратимость деградации – определяется возможностью восстановления утраченных в процессе деградации свойств почв, характерных для данного генетического типа или восстановления плодородия почвы с принадлежностью к другому таксономическому типу или возможностью создания некой искусственной почвы, обладающей плодородием. В настоящее время оценка обратимости деградации приводится в соответствии с категориями, полученными на основании экспертно-экономического подхода:

I – легкая степень обратимости, требующая простейших агротехнических мероприятий или снятия определенной нагрузки;

II – средняя степень обратимости, требующая специальных, более дорогостоящих мероприятий, существенной смены характера использования почвы;

III – затрудненная обратимость, при которой необходимо строительство капитальных сооружений или принципиальная смена системы использования почвы;

IV – тяжелая степень обратимости, при которой восстановить свойства исходной почвы невозможно, но можно создать искусственную почву, обладающую плодородием;

V – необратимая деградация почв.

Например, к I категории относится подкисление почвы, снижение содержания питательных элементов, незначительная дегумификация, переуплотнение, временное избыточное увлажнение почв и т.п. В результате простых агротехнических мероприятий, как-то: известкование, внесение минеральных и органических удобрений, применение более легкой сельскохозяйственной техники, проведение кротования и шелевания.

К II категории можно отнести почвы средней степени эродированности, переувлажненные из-за высокой пастбищной нагрузки пойменные почвы, переосушенные торфяные почвы, для восстановления которых необходимо соответственно, временный перевод пашни под многолетние травы, культурно-технические мероприятия, перестройка осушительной системы на осушительно-увлажнительную.

К III категории можно отнести заболоченные, после строительства автомагистралей, по степному типу почвы лесостепной зоны. Для их восстановления необходимо строительство глубоких кюветов, водопропускных и водоотводных сооружений. К этой категории относятся также эродированные склоновые почвы, значительная часть которых в настоящее время уже выведена из сельскохозяйственного оборота и залужена.

Затруднена обратимость почв, деградированных вследствие загрязнения нефтью и нефтепромысловыми сточными водами. Их рекультивация предусматривает применение весьма сложной и дорогостоящей системы мероприятий: внесения биопрепаратов и биостимуляторов, систематического рыхления, гипсования, промывания почв пресной водой, фитомелиорации. При этом полное восстановление всех свойств и экологических функций почв остается проблематичным.

Масштабные и длительные загрязнения сырой нефтью или техногенными рассолами, тем более совмещенные загрязнения, вследствие которых произошло формирование битумизированных солончаков и высоконатриевых солонцов следует отнести к IV категории обратимости. Для почв, подтопленных из-за строительства водохранилищ, пирогенно-деградированных торфяников и т. п. обратимость деградации также тяжелая.

К V категории можно отнести почвы, испытывающие капиллярный подток грунтовых вод, засоленных вследствие их перемешивания с высокоминерализованными нефтепромысловыми сточными водами, которые закачивали в скважины для повышения нефтеотдачи пластов.

Устойчивость почв к деградации – способность почв противостоять внешним воздействиям. И.И. Карманов и Д.С. Булгаков [5, С. 5-7] предлагают различать потенциальную и фактическую устойчивость. Потенциальная устойчивость почв к деградации определяется, в первую очередь, их составом и свойствами, наличием или отсутствием факторов, защищающих почву от деградации.

Фактическая устойчивость, являясь в целом, величиной динамической, зависит от налагающихся друг на друга циклов состояния почвы разной продолжительности.

Рассматривая деградацию почв с точки зрения потери ими плодородия, А.С. Фрид [6, С. 399-404] под устойчивостью в этом отношении предлагает понимать способность почвы не снижать некоторый уровень плодородия в результате разовых природных и антропогенных воздействий, а также периодически повторяющихся с

необратимыми последствиями. Автор подчеркивает, что устойчивость почвы к деградации по плодородию может не означать устойчивость ее к деградации в других отношениях и наоборот.

Неравные исходные функциональные возможности и конкретные свойства генетически разных почв определяют их неодинаковую устойчивость к одному и тому же типу или виду деградации.

Так, общеизвестно, что структурные почвы тяжелого механического состава и высокогумусированные более устойчивы к водной и ветровой эрозии. Почвы с насыщенным почвенно-поглощающим комплексом более устойчивы к кислотным воздействиям, загрязнению тяжелыми металлами и т.д.

В работе В.И. Савича и др., [7, С.295-297] показано, что различные типы почв, отличающиеся по гранулометрическому составу, pH, гумусированности характеризуются неодинаковой устойчивостью к почвоутомлению, накапливают и большее количество токсичных продуктов. То есть, в определенных ситуациях высокая устойчивость почв к некоторым видам воздействий может носить негативный характер и затрудняет последующую рекультивацию почв. Например, засоленные, осолонцованные хлоридно-натриевого состава серые лесные почвы, обладают высокой буферностью против подкисления и сохраняют щелочную реакцию после рекультивации (гипсование, навоз) [8].

Вопрос об устойчивости к деградации почв, в которых уже произошли некоторые отрицательные изменения требует дальнейшего рассмотрения. По-видимому, это будет зависеть от типа деградации и изменения устойчивости после нее.

Ф.Р. Зайдельманом [9] показано, что если сильно заболоченные минеральные почвы после осушения оказываются в обстановке застойно-промывного режима, то в них развивается интенсивный вынос щелочноземельных металлов, ила, сильное подкисление, уменьшение содержания несиликатного и валового железа, алюминия, увеличение содержания их подвижных форм, т.е. вторичное заболачивание вызывает интенсивное оподзоливание и их глубокую деградацию.

В нефтезагрязненных почвах в любых климатических условиях активизируются процессы оглеения [10].

После осушения перегнойно-торфяных и торфяно-глеевых почв, начавшаяся в первые годы минерализация органических веществ со времени возрастает и через 20 лет содержание общего углерода в пахотных горизонтах даже под многолетними травами снижается до 25-40% от первоначального [11].

В остальных случаях устойчивость почв по мере развития деградации может увеличиваться. С увеличением степени эродированности во всех генетических типах почв лесостепной зоны возрастает удельная поверхность почв и выделенного из них ила, что определяет повышение устойчивости почв при переходе от слабой к средней и от средней к сильной степени эродированности.

Но в целом, представляется, что инициированная техногенными факторами деградация впоследствии развивается более интенсивно и устойчивость почв к дальнейшей деградации снижается.

### Заключение

Таким образом, при оценке состояния почвы необходимо учитывать факторы деградации, вызывающие определенные типы и виды деградации, их совмещенность, степень выраженности, скорость, обратимость и устойчивость почв к деградации.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

- Хитров Н.Б. Деградация почвы и почвенного покрова: понятия и подходы к получению оценок / Н.Б. Хитров // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тезисы докладов Всероссийской конференции. М.: Почв. Институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 1988. Том.1. С. 20-26.
- Габбасова И.М. Деградация и рекультивация почв Башкортостана / И.М. Габбасова. – Уфа: Гилем, 2004. – 284 с.
- Столбовой В.С. Геоинформационная система деградации почв России / В.С. Столбовой, И.Ю. Савин, Б.В. Шермет и др. // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тезисы докладов Всероссийской конференции. М.: Почв. Институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 1988. Том.1. С. 14-16.
- Климентьев А.И. Оценка эрозионных потерь органического вещества в почвах степной зоны Южного Урала / А.И. Климентьев, В.Е. Тихонов // Почвоведение. 1993. №3. С.117-122.
- Карманов И.И. Деградация почв: предложения по совершенствованию терминов и определений / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тезисы докладов Всероссийской конференции. М.: Почв. Институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 1998. Том.1. С. 5-7.
- Фрид А.С. Методология оценки устойчивости почв к деградации / А.С. Фрид // Почвоведение. 1999. № 3. С. 399-404.
- Савич В.И. Почвоутомление как фактор деградации почв / В.И. Савич, Х.А. Амергужин, Хусейн Халед Ахмед и др. // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тезисы докладов Всероссийской конференции, 16-18 июня. Том.1. М., 1998. С.295-297.
- Хабилов И. К. Устойчивость почвенных процессов / И. К. Хабилов, И. М. Габбасова, Ф. Х. Хазиев – Уфа: БГАУ, 2001. – 327 с.
- Зайдельман Ф.Р. Естественное и антропогенное переувлажнение почв / Ф.Р. Зайдельман. СПб.: Гидрометиздат, 1992. – 288 с.
- Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н.П. Солнцева. – М.: МГУ, 1998. – 375 с.
- Хазиев Ф.Х. Почвы Башкортостана. Т. 2. Воспроизводство плодородия: зонально-экологические аспекты / Ф.Х. Хазиев, Г.А. Кольцова, Р.Я. Рамазанов и др. – Уфа: Гилем, 1997. – 328 с.

12. Хазиев Ф.Х. Почвы Башкортостана. Т.1. Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика / Ф.Х. Хазиев, А.Х. Мукатанов, И.К. Хабиров и др. – Уфа: Гилем, 1995. – 384 с.

13. Давлетшина М.Р. Анализ устойчивости почв методами математического моделирования: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук / М.Р. Давлетшина. Уфа: БГАУ, 2003. – 24 с.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Khitrov N. B. Degradacija pochvy i pochvennogo pokrova: ponjatija i podhody k polucheniju ocenok [Degradation of soil and soil cover: concepts and approaches to obtaining estimates] / N. B. Khitrov // Anthropogenic degradation of soil cover and measures for its prevention. Abstracts of reports of the All-Russian Conference [Antropogennaja degradacija pochvennogo pokrova i mery ee preduprezhdenija. Tezisy dokladov Vserossijskoj konferencii]. V. V. Dokuchaev Institute, RASKHN, 1988. Vol. 1. p. 20-26. [in Russian]

2. Gabbasova I. M. Degradacija i rekul'tivacija pochv Bashkortostana [Degradation and recultivation of the soils of Bashkortostan] / I. M. Gabbasova. - Ufa: Gilem, 2004. - 284 p. [in Russian]

3. Stolbovoy V. S. Geoinformatsionnaya sistema degradatsii pochv Rossii [Geoinformational system of soil degradation in Russia] / V. S. Stolbovoy, I. Yu. Savin, B. V. Sheremet et al. // Antropogennaja degradacija pochvennogo pokrova i mery ee preduprezhdenija. Tezisy dokladov Vserossijskoj konferencii. [Anthropogenic degradation of the soil cover and measures of its prevention. Abstracts of reports of the All-Russian Conference]. V. V. Dokuchaev Institute of RASKHN, 1988. Vol. 1. pp. 14-16. [in Russian]

4. Klimentyev A. I. Ocenka jerozionnyh poter' organicheskogo veshhestva v pochvah stepnoj zony Juzhnogo Urala [Assessment of erosion losses of organic matter in the soils of the steppe zone of the Southern Urals] / A. I. Klimentyev, V. E. Tikhonov // Pochvovedenie [Pochvovedenie]. 1993. No. 3. pp. 117-122. [in Russian]

5. Karmanov I. I. Degradacija pochv: predlozhenija po sovershenstvovaniju terminov i opredelenij [Soil degradation: proposals for improving the terms and definitions] / I. I. Karmanov, D. S. Bulgakov // Antropogennaja degradacija pochvennogo pokrova i mery ee preduprezhdenija. Tezisy dokladov Vserossijskoj konferencii [Anthropogenic degradation of the soil cover and measures for its prevention. Abstracts of reports of the All-Russian Conference]. V. V. Dokuchaev Institute of RASKHN, 1998. Vol. 1. p. 5-7. [in Russian]

6. Frid A. S. Metodologija ocenki ustojchivosti pochv k degradacii [Methodology for assessing the stability of soils to degradation] / A. S. Frid // Pochvovedenie. 1999. No. 3. pp. 399-404. [in Russian]

7. Savich V. I. Pochvoutomlenie kak faktor degradatsii pochv [Soil fatigue as a factor of soil degradation] / V. I. Savich, H. A. Amerguzhin, Huseyn Khaled Ahmed et al. // Antropogennaja degradacija pochvennogo pokrova i mery ee preduprezhdenija. Tezisy dokladov Vserossijskoj konferencii, 16-18 ijunja [Anthropogenic degradation of the soil cover and measures of its prevention. Abstracts of the All-Russian Conference, June 16-18]. Vol. 1. M., 1998. p. 295-297 [in Russian]

8. Khabirov I. K. Ustojchivost' pochvennyh processov [Stability of soil processes] / I. K. Khabirov, I. M. Gabbasova, F. Kh. Khaziev-Ufa: BGAU, 2001. - 327 p. [in Russian]

9. Seidelman F. R. Estestvennoe i antropogennoe pereuvlazhnenie pochv [Natural and anthropogenic waterlogging of soils] / F. R. Seidelman. SPb.: Gidrometizdat, 1992. - 288 p. [in Russian]

10. Solntseva N. P. Dobycha nefi i geohimija prirodnyh landshaftov [Oil production and geochemistry of natural landscapes] / N. P. Solntseva. - M.: MSU, 1998 — - 375 p. [in Russian]

11. Khaziev F. Kh. Pochvy Bashkortostana. Vol. 2. Vosproizvodstvo plodorodija: zonal'no-jekologicheskie aspekty [The soils of Bashkortostan, vol. 2. Reproduction of fertility: zonal-ecological aspects] / F. Kh. Khaziev, Ramazanov R. Ya., et al. - Ufa: Gilem, 1997. - 328 p. [in Russian]

12. Khaziev F. Kh. Pochvy Bashkortostana. Vol.1. Jekologo-geneticheskaja i agroproduktivnaja harakteristika [The soils of Bashkortostan, vol. 1. Ecological-genetic and agricultural characteristics] / F. Kh., Khaziev A. Kh., Khabirov I. K., et al. - Ufa: Gilem, 1995. - 384 p. [in Russian]

13. Davletshina M. R. Analiz ustojchivosti pochv metodami matematicheskogo modelirovanija: avtoreferat dissertacii kandidata sel'skohozjajstvennyh nauk [Analysis of soil stability by methods of mathematical modeling: abstract of the dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences] / M. R. Davletshina. Ufa: BGAU, 2003. - 24 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.038>

## ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ КОНСОРЦИЙ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ В БИОИНДИКАЦИИ

Научная статья

Турмухаметова Н.В.<sup>1,\*</sup>, Зелеев Р.М.<sup>2</sup><sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-6078-6998;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-4335-6683;<sup>1</sup> Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия;<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

\* Корреспондирующий автор (bonid[at]mail.ru)

## Аннотация

Описана структура консорциев древесных видов *Betula pendula* Roth и *Tilia cordata* Mill. различного биологического возраста в условиях Республики Марий Эл. С ценопопуляциями как *Betula pendula*, так *Tilia cordata* связано более 120 видов Insecta и Arachnida. Новый параметрический метод визуализации структуры консорции позволяет выявить порядок заполнения отдельных экологических ниш консорции в зависимости от онтогенетического состояния детерминанта консорции и степени антропогенной нагрузки. Предлагается использовать параметрический метод визуализации в биоиндикационных целях. Для подробной характеристики консорции необходима организация длительного мониторинга состояния древесных насаждений и состава их консортов.

**Ключевые слова:** Insecta, Arachnida, *Betula pendula*, *Tilia cordata*, онтогенетическое состояние, консорция, параметрический метод.

## PARAMETRIC METHOD FOR VISUALIZING THE STRUCTURE OF TREE SPECIES CONSORTIA AND ITS POTENTIAL IN BIOINDICATION

Research article

Turmukhametova N.V.<sup>1,\*</sup>, Zeleev R.M.<sup>2</sup><sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-6078-6998;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-4335-6683;<sup>1</sup> Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia;<sup>2</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

\* Corresponding author (bonid[at]mail.ru)

## Abstract

The current study describes the structure of consortia (structural unit of biocenosis, combining autotrophic and heterotrophic organisms on the basis of spatial (topical) and food (trophic) connections) of tree species *Betula pendula* Roth and *Tilia cordata* Mill. of different biological ages in the Republic of Mari El. More than 120 species of Insecta and Arachnida are associated with the coenopopulations of both *Betula pendula* and *Tilia cordata*. A new parametric method for visualizing the consortia structure allows for the identification of the order of filling individual ecological niches of the consortia depending on the ontogenetic state of the determinant of the consortia (Viridiplantae population) and the degree of anthropogenic load. The study proposes to use the parametric visualization method for bioindication purposes. For a detailed description of the consortia, it is necessary to organize long-term monitoring of the state of tree stands and the composition of their consorts (other organisms aside from Viridiplantae population).

**Keywords:** Insecta, Arachnida, *Betula pendula*, *Tilia cordata*, ontogenetic state, consortia, parametric method.

## Введение

Изучение биоразнообразия экосистем предполагает выявление консорций, включающих особи вида растения-детерминанта и связанные с ним биоценоотическими отношениями организмы-консорты – разные виды лишайников, мохообразных, грибов, водорослей и животных, совокупно приуроченные к условиям конкретной среды. Такой подход к изучению биоразнообразия получил название консортивного [1].

Впервые термин «консорций» был введен А. Grisebach в 1872 году для обозначения совместного существования сине-зелёных водорослей с травянистыми растениями или водорослей и грибов, формирующих лишайники. Исследования по консорциям [2], [3] легли в основу нового научного направления – консорциологии, которое разрабатывается преимущественно в России. Изучение популяций растений [4] способствовало развитию популяционно-консортивного анализа, при котором детерминантом консорции рассматривают ценопопуляции растений [5].

Исследователями постоянно проводится изучение вредителей древесных растений в условиях лесов. В городских экосистемах состав древесных растений чаще всего определяется человеком, поэтому комплекс растений расширен по сравнению с естественными экосистемами данной природной зоны, что может сказаться как на разнообразии, так и на численности насекомых-фитофагов [6], [7].

Цель работы – проанализировать разнообразие насекомых и паукообразных, обитающих в кронах деревьев ценопопуляций берёзы повислой (*Betula pendula* Roth) и липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) для возможного использования в биоиндикации.



## Методы и принципы исследования

Исследования проводили в период 2009-2013 годов в подзоне хвойно-широколиственных лесов Республики Марий Эл (РМЭ) России. Участок № 1 находится на территории Мари-Турекского района, № 2 – Куженерского района РМЭ. Материал собирали также в городе Йошкар-Ола. Были выбраны участки, различающиеся степенью загрязнения среды промышленно-транспортными выбросами: № 3 – Особо охраняемая природная территория «Сосновая роща» (зона наименьшего загрязнения), № 4 – аллея вдоль улицы в одном из микрорайонов (зона слабого загрязнения), № 5 – аллея вдоль фармацевтического завода (зона среднего загрязнения).

Детерминантами консорции служили молодые и взрослые деревья *B. pendula* и *T. cordata*: виргинильного (v) и средневозрастного генеративного (g2) онтогенетических состояний. На участках № 4 и 5 консортов изучали только у g2 деревьев. Для проводимого исследования на каждом участке были выбраны по 10-20 деревьев каждого вида.

Членистоногих (Insecta и Arachnida) собирали в нижней и средней частях кроны деревьев и на стволах, используя стандартные методы [8]. По характерным повреждениям вегетативных и генеративных структур деревьев определяли некоторых насекомых или клещей-фитофагов [9]. Рассчитывали относительное обилие дендробионтов [10].

Параметрический метод визуализации значений изучаемых признаков нами ранее был использован в таксономических целях [11], [12], что позволило выявить результаты, незаметные при традиционных подходах визуализации.

Результаты, полученные в ходе данной работы, визуализировали в трёхмерном пространстве декартовых координат, в качестве осей которого выбрали 3 наиболее важных признака, дискретные значения которых располагали в градиенте роста их величин. В качестве первой оси использовали характер трофических связей с кормовым растением, шкала значений которого имела следующий вид: 0 – нефитофаги (инофаги); 1 – полифаги; 2 – олигофаги; 3 – монофаги. В качестве второй оси пространства была выбрана степень вредоносности: 0 – нулевая (безвредные); 1 – факультативная; 2 – второстепенная; 3 – первостепенная. Третью ось составил признак образа жизни: 1 – открытоживущие, 2 – полускрытоживущие, 3 – скрытоживущие. В полученной системе координат в каждой из реализованных ячеек пространства отмечали в виде дроби число видов (числитель) и сумму баллов их относительного обилия (знаменатель) в обоих вариантах онтогенетических состояний детерминантов изученных консорций во всех точках сбора материала. Эта процедура позволила провести сравнение по характеру и степени освоения консортами потенциального пространства для всех изученных точек.

## Основные результаты и их обсуждение

В изученных насаждениях *B. pendula* обнаружены особи 126 видов Insecta и Arachnida, в насаждениях *T. cordata* – 129 видов соответственно. Структура консорции изученных лиственных деревьев включает три концентр: первый концентр представлен фитофагами – растительноядными насекомыми и клещами, второй – энтомозоофагами. В смешанные 1, 2 концентры входят пантофаги, во 2, 3 – пауки, являющиеся зоофагами первого и второго порядков. Среди консортов *B. pendula* и *T. cordata* из отдельных таксонов по числу видов доминируют Coleoptera (27 % и 30 %, соответственно). Среди энтомофагов преобладают Aranei (17 % и 19 %, соответственно) и Coccinellidae (Coleoptera).

Списки консортов на деревьях *B. pendula* и *T. cordata* одного биологического возраста в разных биотопах оказались наиболее сходными, что подтверждено оценкой видового разнообразия по индексу Чекановского-Сьеренсена ( $C_s = 0,61-0,83$ ). В результате исследования установлено, в кронах взрослых особей *B. pendula* и *T. cordata* возрастает разнообразие членистоногих консортов в 1,2-2,7 раз по сравнению с молодыми деревьями ( $P < 0,05$ ).

При разной степени антропогенной нагрузки изменяются консортные связи с видом-детерминантом. Видовой состав консортов *B. pendula* и *T. cordata* в двух районах республики и городских насаждениях различается ( $C_s = 0,38-0,43$ ). Разнообразие дендробионтов лесных насаждений *B. pendula* в 1,20-2,15 раза превышает таковое для городских посадок ( $P < 0,05$ ).

По морфометрическим показателям вегетативных структур самих детерминантов консорций получена характеристика, которая согласуется с данными физико-химического мониторинга [13], [14].

В городских насаждениях *B. pendula* и *T. cordata* (участки № 4, 5) увеличено относительное обилие наиболее массовых вредителей листьев: тлей, клопов, галлиц и клещей до 4-5 баллов ( $P < 0,05$ ). Однако одни зоофаги (Coccinellidae и Chrysopidae) здесь представлены с высоким обилием, другие (Hemiptera и Aranei) – с низким. Биоиндикационное значение может иметь увеличение доли многочисленных и массовых видов, что хорошо заметно при сравнении консорций, различающихся возрастом и степенью антропогенной нагрузки.

В отношении специфики трофических связей, в консорциях *B. pendula* и *T. cordata* преобладают полифаги. Доля монофагов Aphididae (Homoptera), Cecidomyiidae (Diptera) и Eriophyidae (Acarina) увеличивается в условиях среднего загрязнения среды промышленно-транспортными выбросами. Такими монофагами являются Insecta и Acarina, ведущие скрытый или полускрытый образ жизни и формирующие защитные приспособления к загрязнению питательного субстрата: образование галлов, внутренних полостей на листьях, их скручивание, что можно рассматривать в качестве адаптивного механизма и биоиндикационного критерия.

На рисунках 1-4 представлены результаты визуализации степени заполнения вакансий в параметрическом пространстве следующих признаков: характер трофических связей консортов с детерминантом консорции, степень вредоносности и образ жизни консортов. Приводим данные для участков № 1, 3, 4 и 5. Размеры и жирность шрифта цифр в ячейках соответствуют степени их освоённости консортами. Серым цветом отмечены ячейки, имеющиеся только у генеративных растений в сравнении с виргинильными (на рис. 3, 4 – ячейки, различающиеся в консорциях генеративных растений из участков 4 и 5).

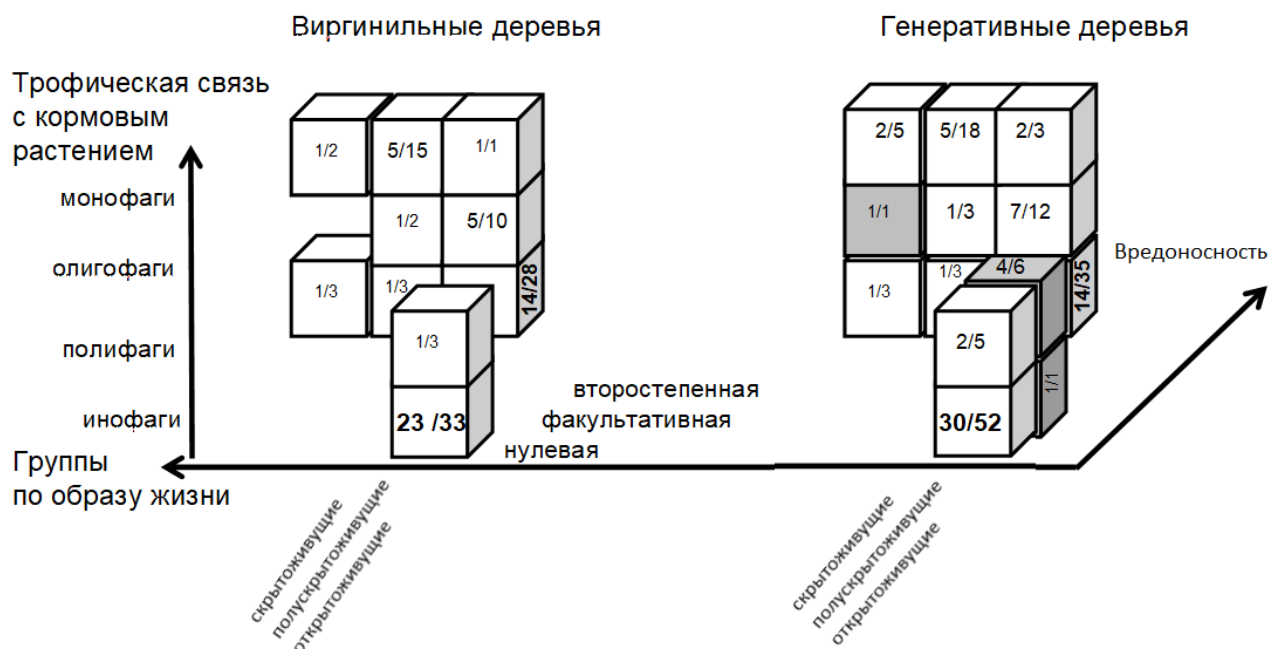


Рис. 1 – Распределение консортов по характеру трофических связей, степени вредоносности и образу жизни в насаждениях разновозрастных особей *B. pendula* участка № 1

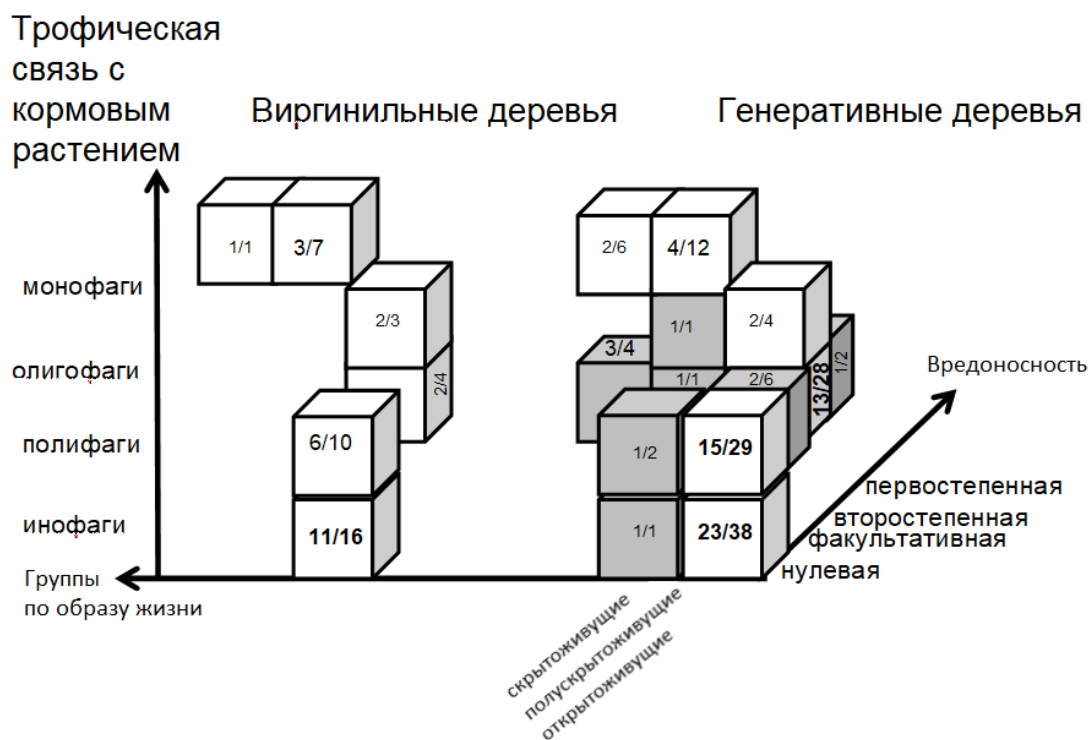


Рис. 2 – Распределение консортов по характеру трофических связей, степени вредоносности и образу жизни в насаждениях разновозрастных особей *T. cordata* участка № 3

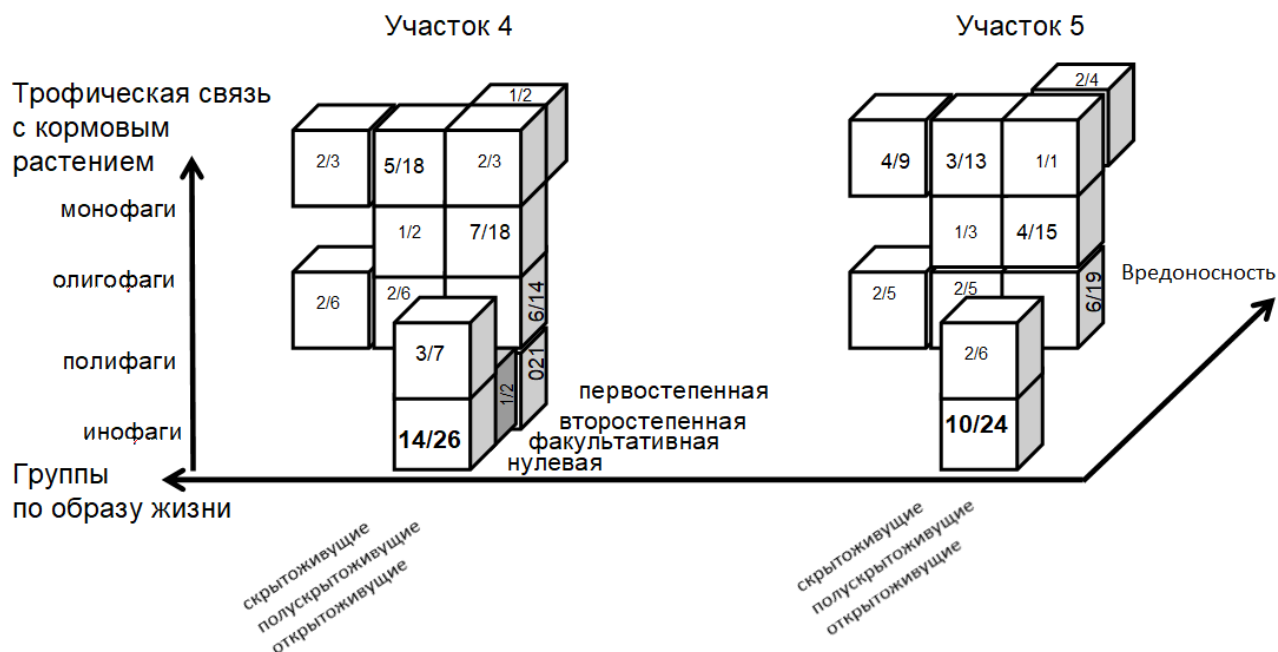


Рис. 3 – Распределение консортов по характеру трофических связей, степени вредоносности и образу жизни в насаждениях генеративных деревьев *B. pendula* участков № 4 и № 5

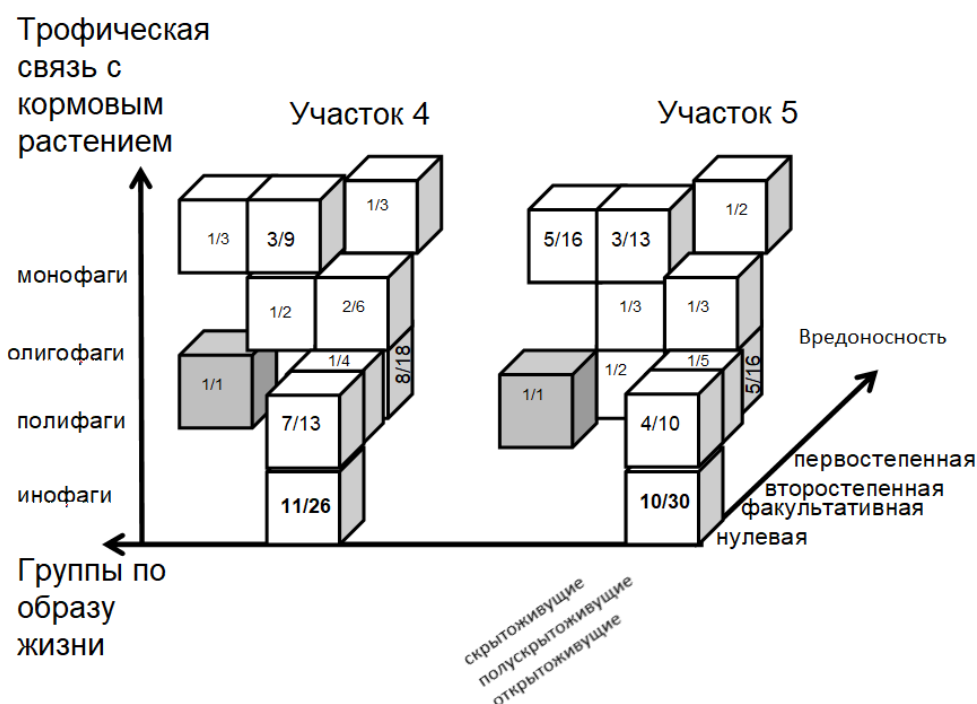


Рис. 4 – Распределение консортов по характеру трофических связей, степени вредоносности и образу жизни в насаждениях генеративных деревьев *T. cordata* участков № 4 и № 5

Сравнение приведённых результатов позволяет обозначить следующие тенденции. С возрастом *B. pendula* и *T. cordata* увеличивается разнообразие консортов, поскольку идёт освоение генеративных структур и корки деревьев. Заполняются новые экологические ниши – потенциальные пространства рассматриваемых групп консортов по характеру трофических связей, образу жизни и степени вредоносности, возрастает их численность. Различия по степени заполняемости отдельных ячеек – лишь количественные, и результаты, в целом, сходны во всех сравниваемых точках наблюдений (рис. 1-4). Сравнение между собой конфигураций ячеек консортов *B. pendula* и *T. cordata* выявляет как универсальные (в том числе, массовые по заполненности) ячейки, так и специфику для каждого из детерминантов, по-видимому, связанную с особенностями биологии этих растений.

#### Заключение

Впервые для некоторых районов Республики Марий Эл получены данные по структуре консорции виргинильных и средневозрастных генеративных особей *B. pendula* и *T. cordata*.

С увеличением фитомассы, появлением генеративных структур, изменением анатомо-морфологических особенностей покровных тканей у взрослых особей детерминантов консорции *B. pendula* и *T. cordata* возрастает разнообразие членистоногих консортов.

Среди консортов *B. pendula* и *T. cordata* доминирующими по видовому разнообразию отрядами являются Coleoptera и Aranei.

Сравнение характера и степени освоения консортами кроны двух видов древесных растений в изученных местообитаниях с использованием параметрического метода визуализации значений изучаемых признаков позволяет выявить их индикаторную значимость. С увеличением антропогенной нагрузки уменьшается разнообразие дендробионтов *B. pendula* и *T. cordata*, при этом относительное обилие наиболее массовых филлофагов возрастает.

Различия фаунистических списков консортов для деревьев разных возрастов, городских и внегородских генеративных консорций – выражены как для *B. pendula*, так и для *T. cordata*, а также между консорциями указанных двух видов детерминантов. Все упомянутые различия могут иметь биоиндикационное значение, но для более надёжной оценки требуется организация длительного мониторинга.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Список литературы / References

1. Негрбов В. В. Современные концепции консорциологии / В. В. Негрбов, К. Ф. Хмелев // Вестник ВГУ. Сер. Химия, биология. – 2000. – С. 118-121.
2. Беклемишев В.Н. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей / В.Н. Беклемишев // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1951. – Т. 61, вып. 5. – С. 3-30.
3. Раменский Л. Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники / Л. Г. Раменский // Ботанический журнал. – 1952. – Т. 37, № 2. – С. 181-201.
4. Zhukova L. A. Structure and dynamics of coenopopulation of some temperate grasses / L. A. Zhukova, I. M. Ermakova // The population structure of vegetation. Handbook of vegetation. – Dordrecht, Boston, Lancaster, 1985. – P. 170-205.
5. Работнов Т. А. Развитие некоторых теоретических представлений Л.Г. Раменского и В.Н. Сукачева в области фитоценологии / Т. А. Работнов // Экология. – 1994. – № 4. – С. 3-8.
6. Тарасова О. В. Насекомые-филлофаги зеленых насаждений городов: видовой состав и особенности динамики численности / О. В. Тарасова, А. В. Ковалев, В. Г. Суховольский и др. – Новосибирск: Наука, 2004. – 180 с.
7. Turmukhametova N.V. Structure Peculiarities Of Pinus Sylvestris L. consortium / N.V. Turmukhametova, P.V. Bedova, I.G. Vorobeva // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk, Russia, 2020. – P. 42035.
8. Цуриков М. Н. Гуманные методы исследования беспозвоночных / М. Н. Цуриков // Запов. справа в Україні. – 2003. – Т. 9, вып. 2. – С. 52-57.
9. Гусев В. И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников / В. И. Гусев. – М.: Лесная пром-ть, 1984. – 472 с.
10. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
11. Зелеев Р. М. Параметрическая систематика и природа биологического таксона / Р. М. Зелеев // Современные проблемы эволюции и экологии. Сборник материалов международной конференции. XXIX Люблинские чтения. – Ульяновск: УлГПУ, 2015. – С. 27-34.
12. Зелеев Р. М. Варианты биосистем и закономерности их взаимных трансформаций в рамках идеи функциональных модулей / Р. М. Зелеев // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2018. – № 3. – С. 194-232.
13. Турмухаметова Н. В. Использование морфометрических и фенологических показателей *Tilia cordata* Mill. для целей биоиндикации / Н. В. Турмухаметова // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8, № 4 (29). – С. 93-97.
14. Турмухаметова Н. В. Оценка состояния среды Йошкар-Олы по морфометрическим показателям *Betula pendula* Roth / Н. В. Турмухаметова // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2020. – № 2. – С. 197-204.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Negrobov V. V. Sovremennye koncepcii konsorciologii [The modern concepts of a konsortiology] / V. V. Negrobov, K. F. Hmelev // Vestnik VGU. Ser. Himija, biologija [Bulletin of Voronezh State University. Chemistry series. Biology]. – 2000. – P. 118-121. [in Russian]
2. Beklemishev V. N. O klassifikacii biocenoticheskikh (simfiziologicheskikh) svyazej [About classification of the biocenotic connections] / V.N. Beklemishev // Bjull. MOIP. Otd. biol [The Bulletin of the Moscow society of verifiers of the nature. Office of biology]. – 1951. – Vol. 61, no. 5. – P. 3-30. [in Russian]
3. Ramensky L. G. O nekotoryh principial'nyh polozhenijah sovremennoj geobotaniki [About some fundamental provisions of modern geobotany] / L. G. Ramenskij // Botanicheskij zhurnal [Botanical journal]. – 1952. – Vol. 37, no. 2. – P. 181-201. [in Russian]
4. Zhukova L. A. Structure and dynamics of coenopopulation of some temperate grasses / L. A. Zhukova, I. M. Ermakova // The population structure of vegetation. Handbook of vegetation. – Dordrecht, Boston, Lancaster, 1985. – P. 170-205.
5. Rabotnov T. A. Razvitie nekotoryh teoreticheskikh predstavlenij L.G. Ramenskogo i V.N. Sukacheva v oblasti fitocenologii [Development of some theoretical concepts of L.G. Ramensky and V.N. Sukacheva in the field of phytocenology] / T. A. Rabotnov // Jekologija [Ecology]. – 1994. – No. 4. – P. 3-8. [in Russian]

6. Tarasova O. V. Nasekomye-fillofagi zelenyh nasazhdenij gorodov: vidovoj sostav i osobennosti dinamiki chislennosti [Phyllophagous insects of green plantations of cities: species composition and peculiarities of population dynamics] / O. V. Tarasova, A. V. Kovalev, V. G. Suhovol'skij et al. – Novosibirsk: Nauka, 2004. – 180 p. [in Russian]
7. Turmukhametova N. V. Structure Peculiarities Of Pinus Sylvestris L. consortium / N.V. Turmukhametova, P.V. Bedova, I.G. Vorobeva // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk, Russia, 2020. – C. 42035.
8. Tsurikov M. N. Gumannye metody issledovaniya bespozvonochnyh [Humane research methods of invertebrates] / M. N. Curikov // Zapov. sprava v Ukraini. [Nature reserves in Ukraine]. – 2003. – Vol. 9, no. 2. – P. 52-57. [in Russian]
9. Gusev V. I. Opredeletel' povrezhdenij lesnyh, dekorativnyh i plodovyh derev'ev i kustarnikov [Identifier of damage to forest, decorative and fruit trees and bushes] / V. I. Gusev. – Moscow: Forest industry, 1984. – 472 p. [in Russian]
10. Pesenko Yu. A. Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyah [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic research] / Ju. A. Pesenko. – Moscow: Nauka, 1982. – 287 p. [in Russian]
11. Zeleev R. M. Parametricheskaja sistematika i priroda biologicheskogo taksona [Parametric taxonomy and the nature of biological taxon] / R. M. Zeleev // Sovremennye problemy jevoljucii i jekologii. Sbornik materialov mezhdunarodnoj konferencii. XXIX Ljubishhevskie chtenija [Modern problems of evolution and ecology. Collection of materials of the international conference. XXIX Lyubishchev Readings]. – Ulyanovsk: UIGPU, 2015. – P. 27-34. [in Russian]
12. Zeleev R. M. Varianty biosistem i zakonomernosti ih vzaimnyh transformacij v ramkah idei funkcional'nyh modulej [Variants of biosystems and patterns of their mutual transformations within the framework of the idea of functional modules] / R. M. Zeleev // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Biologija i jekologija [Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology]. – 2018. – Vol. 3. – P. 194-232. [in Russian]
13. Turmukhametova N. V. Ispolzovanie morfometricheskikh i fenologicheskikh pokazatelej Tilia cordata Mill. dlja celej bioindikacii [Use of morphometric and phenological indicators of Tilia cordata Mill. for bioindication purposes] / N. V. Turmuhametova // Samarskij nauchnyj vestnik [Samara Scientific Bulletin]. – 2019. – Vol. 8, no. 4 (29). – P. 93-97. [in Russian]
14. Turmukhametova, N.V. Ocenka sostojanija sredy Joshkar-Oly po morfometricheskim pokazateljam Betula pendula Roth [Evaluation of the State of the Environment in Yoshkar-Ola Using Morphometric Indicators of Betula pendula Roth] / N. V. Turmuhametova // Izvestija Rossijskoj akademii nauk. Serija biologicheskaja [Biology Bulletin], 2020, 47(2), 191–197. [in Russian]

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ / MEDICINE

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.039>

## ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Научная статья

Антонова А.А.<sup>1,\*</sup>, Яманова Г.А.<sup>2</sup>, Бурлакова И.С.<sup>3</sup><sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-2581-0408;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-2362-8979;<sup>1, 2, 3</sup> Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

\* Корреспондирующий автор (fduecn-2010[at]mail.ru)

## Аннотация

Проблема охраны здоровья и профилактики заболеваний, развитие которых частично или полностью связано с питанием, остается достаточно актуальной. Студенческая пора очень насыщена и разнообразна, отличается большим напряжением всех функциональных систем организма. Анализ питания студентов анкетно-опросным методом показал, что питание обследуемых нерациональное за счет нарушения количественной и качественной характеристики. Питание однообразное, характеризуется недостаточностью в рационе овощей, фруктов, молочных продуктов, мяса, и избытком продуктов быстрого приготовления. Большинство из опрошенных имеют диспептические расстройства. При этом треть респондентов имеют патологию со стороны органов пищеварения. Полученные результаты полезны для решения проблемы организации питания студентов.

**Ключевые слова:** студенты, режим питания, рациональное питание, анализ питания.

## ON THE DIET OF MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

Research article

Antonova A.A.<sup>1,\*</sup>, Yamanova G.A.<sup>2</sup>, Burlakova I.S.<sup>3</sup><sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-2581-0408;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-2362-8979;<sup>1, 2, 3</sup> Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

\* Corresponding author (fduecn-2010[at]mail.ru)

## Abstract

The problem of health protection and prevention of diseases, the development of which is partially or completely related to nutrition, remains quite relevant. The student life is very rich, diverse, and characterized by a great toll on all functional systems of the body. The analysis of the student diet through a questionnaire shows that their diet is irrational due to the violation of the quantitative and qualitative characteristics. The diet of the students involved in the study is unvaried, lacking in vegetables, fruits, dairy products, meat, and tends to skew towards excessive consumption of fast food. Most of the respondents have dyspeptic disorders. At the same time, a third of the respondents have a digestive system pathology. The results obtained are useful for solving the problem of student diet.

**Keywords:** students, dietary regime, rational nutrition, diet analysis.

## Актуальность

Одной из составляющих здорового образа жизни является рациональное питание. Проблема питания является одним из факторов определяющего связь человека с внешней средой [1]. Пища в отличие от других факторов окружающей среды является многокомпонентным фактором, который, в зависимости от количества и состава, может изменять функцию органов и систем организма. Рациональное, сбалансированное питание необходимо для поддержания высокой умственной и физической работоспособности, возмещения энерготрат, нормального функционирования органов и систем, повышением устойчивости организма к ряду заболеваний, также увеличения продолжительности и качества жизни человека [2], [3], [4]. Нехватка времени, некомпетентность в вопросах культуры питания, темп современной жизни – приводит к неразборчивости в выборе продуктов, неправильной самоорганизации питания. Таким образом, нерациональное, несбалансированное питание становится серьезным фактором риска развития многих заболеваний пищеварительной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, расстройства питания и нарушения обмена веществ [5].

Состояние питания студентов является одним из важных факторов, поддерживающих их здоровье и эффективность обучения. Студент, попадая в новую социальную среду, адаптируется к ней, испытывает воздействия многочисленных факторов внешней среды на фоне высокой учебной нагрузки и дефицита времени. И, зачастую, студент отводит питанию второстепенную роль, проявляя невнимательность по отношению к рациону и режиму питания. При этом наблюдается рост популярности продуктов питания быстрого приготовления. Рацион характеризуется избыточным потреблением продуктов животного происхождения и легко усваиваемых углеводов, обеспечивающих эффект быстрого насыщения [6], [7], [8].

Современные данные по вопросам питания студентов позволяют отслеживать динамику факторов риска возникновения и распространенности заболеваний желудочно-кишечного тракта у молодежи. Эти сведения позволяют своевременно принимать практические меры по вопросам профилактики заболеваний и укрепления здоровья будущих специалистов [9], [10].

Цель исследования: изучение основных тенденций питания студентов Астраханского государственного медицинского университета.

### Материалы и принципы исследования

Анкетирование было проведено среди студентов 3 курса, юношей и девушек 19-21 лет, взятых методом сплошной выборки, студентов Астраханского государственного медицинского университета в 2020 году. Всего было проведено анкетирование 45 юношей и 70 девушек.

### Результаты и обсуждение

Режим питания у всех обследованных студентов является не вполне удовлетворительным: 44,3% (40 девушек, 11 юношей) студентов получали (жидкие) горячие блюда каждый день, не более 2-х раз в неделю – 49,6% (28 девушек, 29 юношей), редко – 6,1% (2 девушек, 5 юношей). Три раза в день питаются 66,7% юношей и 71,4% девушек, 33,3% юношей и 28,6% девушек принимают пищу 2 раза в день. Интервал между приемами пищи в пределах рекомендуемых величин имели 43,5% лиц. Интервал более 5 часов встречались у 56,5% студентов. В течение дня студенты перекусывают (печенье, шоколад, пирожки) в промежутках между основными приемами пищи: 3,1% и редко – 65,2%.

Завтрак является неотъемлемой частью приема пищи, который обеспечивает организм энергией на большую часть дня. По результатам опроса значительная часть студентов утром не завтракают (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика режима питания студентов

Утренний завтрак		Абс.число	%
Девушки	Утром не завтракает	46	65,7
	Завтракает дома	8	11,4
	«Как получится»	16	22,9
	Итого	70	100
Юноши	Утром не завтракает	16	35,6
	Завтракает дома	9	20
	«Как получится»	20	44,4
	Итого	45	100
Обед			
Девушки	Ест в буфете, кафе и др.	35	50
	Берет еду из дома	5	7,1
	«Как получится»	30	42,9
	Итого	70	100
Юноши	Ест в буфете, кафе и др.	9	20
	Берет еду из дома	2	4,4
	«Как получится»	34	75,6
	Итого	45	100
Ужин			
Девушки	Ужинает дома	38	54,3
	Не ужинает	10	14,3
	Ест в буфете, кафе и др.	12	17,1
	«Как получится»	10	14,3
	Итого	70	100
Юноши	Ужинает дома	20	44,5
	Не ужинает	5	11,1
	Ест в буфете, кафе и др.	10	22,2
	«Как получится»	10	22,2
	Итого	45	100

На завтрак никогда не употребляют каши – 26,1%. Всегда на завтрак употребляют различные бутерброды – 34,8%.

Большинство студентов питаются 3 раза в день, что является оптимальным. Основной прием пищи у 55,6% юношей и 57,1% девушек приходится на вечер – время возвращения из университета, таким образом наблюдался «сдвиг» калорийности рациона в сторону вечера, в том числе у 21,7% студентов – при одновременно низкой калорийности завтрака. Питаются чаще всего дома (общепитие) - 75 (65,2%), кафе (буфет и др.) – 40 (34,8%). Организация питания в буфете университета не устраивает 41,7% студентов.

Оценка качественной структуры питания представлена в таблице 2. Среди продуктов ежедневного рациона на первом месте стоят молочные продукты и яйца, второе место занимает мясные и рыбные продукты, на третьей позиции – макаронные изделия и крупы.

Таблица 2 – Распределение продуктов питания в недельном рационе

Продукты питания	Каждый день, %		2-3 раза в неделю, %		2-3 раза в месяц, %	
Мясо, рыба, колбаса	56	48,7	48	41,7	11	9,6
Молочные продукты, сыр, яйца, сливочное масло	64	55,7	-	-	-	-
Овощи, фрукты	60	52,2	36	31,3	19	16,5
Макаронные изделия, крупы	27	23,5	59	51,3	29	25,2

Незначительное количество студентов (9,6%) употребляли мясо и мясопродукты – 2-3 раза в месяц. Более половины (55,7%) студентов каждый день получают молочные продукты. Отсутствие в рационе белков животного происхождения приведет к развитию эндокринных нарушений.

Употребление вредных продуктов – фаст-фуд является распространенным среди студентов. Так 34,8% студентов ежедневно употребляют фаст-фуд, 55,6% пару раз в неделю. В данном рационе отсутствуют продукты, насыщенные пищевыми волокнами, и присутствует пища с легко усвояемыми углеводами и животными жирами, что способствует увеличению числа лиц, страдающих избыточной массой тела. Среди тех, кто никогда не ест «вредные» продукты – 9,6%.

Многие из опрошенных имеют диспептические расстройства (изжога, отрыжка, тошнота), которые появились после поступления в ВУЗ (39,1%). Из них в анамнезе имели патологию желудочно-кишечного тракта, у 30 человек – хронический гастрит, 5 – хронический панкреатит, 2 – дискинезия желчевыводящих путей.

Более половины (65%) студентов признают несбалансированность своего рациона, объясняя ее нехваткой времени на регулярный прием пищи и ежедневное самостоятельное ее приготовление.

Данное исследование показало, что организация питания большинства студентов не оптимальна по показателям: кратности приема горячей пищи; потреблению мяса; молока и молочных продуктах; свежих овощей.

Выводы. Таким образом, было установлено, что большая часть студентов при формировании своего рациона питания не соблюдают принципы рационального питания. Режим питания студентов имеет ряд недостатков, из которых является нарушение правильного соотношения суточного объема пищи (большая часть употребляется вечером). У студентов нет разнообразия в рационе питания, недостаток овощей, фруктов, дефицит витаминов и минералов. При этом треть опрошенных имеет патологию со стороны органов пищеварения. Невозможность коррекции рациона объясняется объективными (нехватка времени) или субъективными (нежелание самостоятельно готовить пищу дома (общедоступность) и пристрастие к фаст-фуд) причинами. Полученные результаты указывают на необходимость проведения работы со студентами по организации питания и здорового образа жизни.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Список литературы / References

1. Иванченко М.Н. Проблемы питания студентов медицинского вуза / М.Н. Иванченко, А.С. Сеферова, С.Ш. Насруллаева // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. – 2017. – 7 (1). – С. 292-294.
2. Денисова Г.С. Пути совершенствования организации рационального питания студентов / Г.С. Денисова, Л.А. Березуцкая // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2017. – № 1 (4). – С. 73-84.
3. Топал О.И. Изучение структуры питания студентов / О.И. Топал, И.С. Молин, Р.Г. Зуева // Молочнохозяйственный вестник. – 2011. – № 1 (II кв.). – С. 54-55.
4. Антонова А.А. Особенности питания младших школьников Астраханской области / А.А. Антонова, В.Г. Сердюков // Казанская наука. – 2010. – № 10. – С. 351-352.
5. Танчева А.А. Анализ влияния питания на частоту проявления гастрита у студентов / А.А. Танчева, П.В. Яковлев, Д.А. Толмачев // Проблемы науки. – 2016. – № 1 (2). – С. 44-46.
6. Сотникова Н.В. Проблема нерационального питания студентов в сфере развития патологии желудочно-кишечного тракта / Н.В. Сотникова, А.А. Пелипенко // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11. – С. 956-958.
7. Пашкевич С.А. Анализ питания студенческой молодежи во взаимосвязи с особенностями здоровья / С.А. Пашкевич // Физическое воспитание студентов. – 2012. – № 6. – С. 84-88.
8. Подригало Л.В. Особенности питания учащихся молодежи как фактор, влияющий на здоровье / Л.В. Подригало, С.С. Ермаков, О.А. Ровная и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – 19 (4). – С. 103-110.
9. Дрожжина Н.А. Организация питания студентов / Н.А. Дрожжина, Л.В. Максименко // Вестник РУДН, серия Медицина. – 2013. – № 1. – С. 112-118.
10. Сухова Е.В. Характеристика питания современных студентов / Е.В. Сухова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 12-2. – С. 289-296.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Ivanchenko M.N. Problemy pitaniya studentov meditsinskogo vuza [Problems of nutrition of medical university students] / M.N. Ivanchenko, A.S. Seferova, S.Sh. Nasrullaeva // Byulleten' meditsinskikh Internet-konferentsiy [Bulletin of medical Internet conferences]. – 2017. – 7 (1). – P. 292-294. [in Russian].
2. Denisova G.S. Puti sovershenstvovaniya organizatsii ratsional'nogo pitaniya studentov [Ways of improving the organization of rational nutrition of students] / G.S. Denisova, L.A. Berезutskaya // Zdorov'e cheloveka, teoriya i metodika fizicheskoy kul'tury i sporta [Human health, theory and methodology of physical culture and sports]. – 2017. – № 1 (4). – P. 73-84. [in Russian].
3. Topal O.I. Izuchenie struktury pitaniya studentov [Studying the structure of student nutrition] / O.I. Topal, I.S. Molin, R.G. Zueva // Molochnokhozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin]. – 2011. – № 1 (II kv.). – P. 54-55. [in Russian].
4. Antonova A.A. Osobennosti pitaniya mladshikh shkol'nikov Astrakhanskoy oblasti [Features of nutrition of younger schoolchildren of the Astrakhan region] / A.A. Antonova, V.G. Serdyukov // Kazanskaya nauka [Kazanskaya nauka]. – 2010. – № 10. – P. 351-352. [in Russian].
5. Tancheva A.A. Analiz vliyaniya pitaniya na chastotu proyavleniya gastrita u studentov [Analysis of the influence of nutrition on the frequency of gastritis in students] / A.A. Tancheva, P.V. Yakovlev, D.A. Tolmachev // Problemy nauki [Problems of Science]. – 2016. – № 1 (2). – P. 44-46. [in Russian].



6. Sotnikova N.V. Problema neratsional'nogo pitaniya studentov v sfere razvitiya patologii zheludочно-kishechnogo trakta [The problem of irrational nutrition of students in the field of development of pathology of the gastrointestinal tract] / N.V. Sotnikova, A.A. Pelipenko // Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya [International Journal of Experimental Education]. – 2015. - № 11. – P. 956-958. [in Russian].
7. Pashkevich S.A. Analiz pitaniya studencheskoy molodezhi vo vzaimosvyazi s osobennostyami zdorov'ya [Analysis of student youth nutrition in relation to health features] / S.A. Pashkevich // Fizicheskoe vospitanie studentov [Physical education of students]. -2012. - № 6. – P. 84-88. [in Russian].
8. Podrigalo L.V. Osobennosti pitaniya uchashchikhsya molodezhi kak faktor, vliyayushchiy na zdorov'e [Features of nutrition of students of youth as a factor affecting health] / L.V. Podrigalo, S.S. Ermakov, O.A. Rovnaya et al. // Chelovek. Sport. Meditsina [Person. Sport. Medicine]. – 2019. – 19 (4). – P. 103-110. [in Russian].
9. Drozhzhina N.A. Organizatsiya pitaniya studentov [Organization of student nutrition] / N.A. Drozhzhina, L.V. Maksimenko // Vestnik RUDN, seriya Meditsina [Bulletin of the RUDN, Medicine series]. – 2013. - № 1. – P. 112-118. [in Russian].
10. Sukhova E.V. Kharakteristika pitaniya sovremennykh studentov [Characteristic of nutrition of modern students] / E.V. Sukhova // Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk [Actual problems of the humanities and natural sciences]. – 2014. - № 12-2. – P. 289-296. [in Russian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.040>**КОНТАМИНАЦИЯ ПОЧВЫ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ  
ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ**

Научная статья

**Аракельян Р.С.<sup>1,\*</sup>, Ирдеева В.А.<sup>2</sup>, Шендо Г.Л.<sup>3</sup>, Харитонов А.П.<sup>4</sup>, Маммаева З.М.<sup>5</sup>, Погосян М.А.<sup>6</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-7549-2925;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-2722-4074;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0002-0969-8543;<sup>4</sup> ORCID: 0000-0001-5993-2580;<sup>5</sup> ORCID: 0000-0002-8063-813X;<sup>6</sup> ORCID: 0000-0003-0535-0811;<sup>1, 2, 4, 5, 6</sup> Астраханский государственный медицинский университет Минздрава России, Астрахань, Россия;<sup>3</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области», Астрахань, Россия

\* Корреспондирующий автор (rudolf\_astrakhan[at]rambler.ru)

**Аннотация**

Доля исследованных проб почвы составила 10,9%. Число неудовлетворительных проб составило 7,0%. Выявлялись яйца токсокар – 61,0%, личинки стронгилид – 32,0%, оплодотворенные яйца аскарид – 6,0%, остриц – 0,6%, яйца описторхиса, онкосферы тениид и цисты амёбы – по 0,2%.

Было выявлено, что наличие яиц гельминтов и цист патогенных кишечных простейших в исследованных образцах почвы свидетельствует о загрязнении данного объекта фекалиями инвазированных людей и/или о загрязнении его канализационными стоками, возникшими в следствие различных аварий. А наличие яиц и личинок зоонозных гельминтов – свидетельствует о загрязнении данного объекта фекалиями инвазированных животных (собаки, кошки).

**Ключевые слова:** почва, яйца токсокар, личинки стронгилид, оплодотворенные яйца аскарид.

**ON THE CONTAMINATION OF THE SOIL OF ASTRAKHAN OBLAST  
BY PATHOGENS OF PARASITIC DISEASES**

Research article

**Arakelyan R.S.<sup>1,\*</sup>, Irdeeva V.A.<sup>2</sup>, Shendo G.L.<sup>3</sup>, Kharitonova A.P.<sup>4</sup>, Mammaeva Z.M.<sup>5</sup>, Pogosyan M.A.<sup>6</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-7549-2925;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-2722-4074;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0002-0969-8543;<sup>4</sup> ORCID: 0000-0001-5993-2580;<sup>5</sup> ORCID: 0000-0002-8063-813X;<sup>6</sup> ORCID: 0000-0003-0535-0811;<sup>1, 2, 4, 5, 6</sup> Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Astrakhan, Russia;<sup>3</sup> Federal Hygienic and Epidemiological Center in the Astrakhan Region, Astrakhan, Russia

\* Corresponding author (rudolf\_astrakhan[at]rambler.ru)

**Abstract**

The share of the studied soil samples amounted to 10.9%. The number of unsatisfactory samples amounted to 7.0%. The detected pathogens included toxocara eggs (61.0%), strongylid larvae (32.0%), fertilized ascarid eggs (6.0%), pinworms (0.6%), eggs of opisthorchis, oncosphere teniidae and amoeba cysts (0.2% each).

It was found that the presence of helminth eggs and cysts of pathogenic intestinal protozoa in the studied soil samples indicates contamination of this object with the feces of infected people and/or contamination of its sewage effluents resulting from various accidents while the presence of eggs and larvae of zoonotic helminths indicates the contamination of this object with the feces of infected animals (dogs, cats).

**Keywords:** soil, toxocara eggs, strongylid larvae, fertilized ascarid eggs.

**Введение**

По данным Всемирной организации здравоохранения, каждый третий житель Европы страдает той или иной паразитарной инвазией, при этом по официальной статистике около двух миллиардов человек заражены гельминтами, передающимися через почву, куда инвазионный материал поступает с фекалиями, как от человека, так и от животных [4].

Гельминты – возбудители специфических болезней животных и человека, широко распространенные в природе. Так, борьба с гельминтозами, достижение оздоровления человечества и животноводческих хозяйств от различных гельминтозов является довольно сложной задачей, так как меры борьбы с гельминтозами должны быть «комплексными», включать не только меры, направленные на уничтожение возбудителей гельминтозов на всех стадиях их развития и всеми доступными методами и средствами, но и быть направлены на повышение невосприимчивости организма хозяина к паразитированию гельминтов [6].

В большинстве случаев в почве присутствуют возбудители таких заболеваний, как аскаридоз, токсокароз, стронгилоидоз. Так, высокая обсемененность почвы яйцами *Toxocara canis* осложняет эпидемиологическую, эпизоотологическую ситуацию в городах и других населенных пунктах, и это особенно настораживает, так как известно, что яйца данного гельминта могут при оптимальных условиях годами оставаться инвазированными в почве [5].

В тоже время эколого-гельминтологическое состояние окружающей среды оказывает влияние на ареал и интенсивность циркуляции возбудителей зоонозных паразитарных заболеваний. Загрязнение объектов внешней среды фекалиями собак, сброс хозяйственно-фекальных сточных вод в водоёмы, размывание выгребных ям и надворных туалетов при наводнениях, аварийные ситуации на канализационных коммуникациях и т.д. – вот факторы, которые увеличивают риск заболевания человека многими гельминтозами. При этом основными путями заражения являются контакт с собаками и кошками, почвой, водой открытых водоёмов, употребление в пищу овощей, фруктов и зелени, загрязнённых яйцами паразитов [1].

Одной из важных и острых проблем городов на сегодняшний день остается загрязнение почвы яйцами гельминтов. Интенсивная урбанизация территорий, рост численности бродячих и домашних животных способствуют распространению паразитарных заболеваний среди животных и человека. Симптоматика гельминтозов проявляется в широком диапазоне: от бессимптомного течения болезни до тяжелого; возможен летальный исход заболевания. Следует отметить, что яйца и личинки гельминтов способны длительное время находиться и сохранять жизнеспособность в окружающей среде ввиду высокой устойчивости к неблагоприятным природным факторам. Наибольшее число инцидентов заражения гельминтами приходится на весенне-осенний период, когда создаются оптимальные условия для развития яиц гельминтов и контакт с почвой максимален. Однако риск заражения существует круглогодично, т.к. яйца легко перезимовывают под снежным покровом [1].

Цель исследования. Изучить обсемененность почвы гельминтами и простейшими за 2011 – 2020 гг.

### Материалы и методы

Работа проводилась на базе лаборатории бактериологических и паразитологических исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области» с 2011 по 2020 гг., когда было исследовано 8895 образцов почвы, отобранной с различных мест г. Астрахани и Астраханской области с целью изучения ее контаминации паразитарными агентами.

Все пробы поступали в лабораторию на исследование в закодированном виде.

Исследование почвы проводили согласно нормативным документам – методическим указаниям МУ 4.2.2661-10 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы санитарно-паразитологических исследований» [2].

Статистическая обработка результатов проводилась при помощи программы Microsoft Office Excel (Microsoft, США) и BioStat Professional 5.8.4. Определяли процентное выражение ряда данных (%).

### Результаты исследования

За анализируемый период на территории Астраханской области было проведено исследование 81 955 проб, отобранных с различных объектов окружающей среды г. Астрахани и Астраханской области (почва, вода, смывы), выполнено 96708 исследований. Число проб, не отвечающих нормативным показателям, составило 1,1% (888 проб).

Доля исследованных проб почвы в общей структуре санитарно-паразитологических исследований окружающей среды, составила 10,9% (8895 проб). Число неудовлетворительных проб в структуре всех положительных находок, выявленных при исследовании почвы, воды и смывов за анализируемый период, составило 70,4% (625 проб). Общая контаминация почвы за период 2011 – 2020 гг. составила 7,0% (625 проб).

В большинстве случаев были выявлены яйца и личинки гельминтов – 99,8% (624 пробы), в т.ч. яйца гельминтов – 67,9% (424 пробы) и личинки гельминтов – 32,1% (200 проб). доля выявленных в почве цист патогенных простейших составила 0,2% (1 проба).

Из гельминтов, чаще всего почва была обсеменена яйцами токсокар – 61,0% (381 проба) и личинками стронгилид – 32,0% (200 проб). В редких случаях выявлялись оплодотворенные яйца аскарид – 6,0% (37 проб), а в единичных случаях: яйца остриц – 0,6% (4 пробы), яйца описторхиса, онкосферы тениид и цисты амёбы – по 0,2% (по 1 пробе).

Наибольшее число положительных находок в почве отмечалось в 2011 г., когда было исследовано 9,7% (859 проб), из которых не отвечали гигиеническим нормативам 9,4% (81 проба), в которых были обнаружены яйца токсокар – 71 проба, аскарид – 6 проб и личинки стронгилид – 4 пробы.

Также относительно высокое число неудовлетворительных проб почвы, отмечалось в 2016 г. Так, было исследовано 11,8% (1046 проб) почвы, из которых с положительным результатом – 8,7% (91 проба). В данных образцах были обнаружены яйца токсокар – 49 проб, личинки стронгилид – 39 проб, а также в редких случаях обнаруживались яйца аскарид – 2 пробы и описторхиса – 1 проба.

Немного ниже процент контаминации почвы паразитами, отмечался в 2012, 2013 и 2018 гг.

Так, в 2012 г. было исследовано 10,4% (924 пробы) почвы, из которых неудовлетворительными оказались 7,9% (73 пробы). В данных неудовлетворительных пробах лидирующее место по обсемененности принадлежало яйцам токсокар – 50 проб. Почти в 4 раза меньше отмечались личинки стронгилид – 12 проб и яйца аскарид – 11 проб.

В 2013 г. паразитарная контаминация почвы Астраханского региона составила 7,4% (67 проб). Всего было исследовано 10,8% (961 проба). В положительных пробах почвы были обнаружены яйца токсокар – 38 проб, личинки стронгилид – 28 проб и яйца аскарид – 5 проб.

В 2018 г. было исследовано 10,2% (904 пробы), в т.ч. неудовлетворительные пробы составили 7,6% (69 проб). В данных пробах были выявлены яйца токсокар – 40 проб, личинки стронгилид – 26 проб, а также яйца аскарид, онкосферы тениид и цисты амёбы – по 1 пробе.

В остальные годы исследования проб почвы также проводились, но в отличие от описанных выше лет, степень контаминации в них в несколько раз ниже таковой, чем в предыдущие годы.

Так, в 2014 г. было исследовано самое большое число проб почвы – 11,9% (1062 пробы), однако процент неудовлетворительных проб составил всего 6,3% (67 проб): были обнаружены яйца токсокар – 39 проб, аскарид – 2 пробы и личинки стронгилид – 26 проб.

В 2015 г. исследовано 10,6% (943 пробы) почвы, среди которых положительные находки составили 6,6% (62 пробы), в т.ч. яйца токсокар – 37 проб, личинки стронгилид – 21 проба и яйца аскарид – 4 пробы.

На долю исследований почвы в 2017 г. пришлось 8,8% (785 проб). Контаминация проб в данном году составила 5,4% (42 пробы), в т.ч. яйца остриц – 4 пробы, токсокар – 15 проб и личинки стронгилид – 23 пробы.

Доля исследованных проб почвы в 2019 г. составила 10,0% (888 проб), из которых контаминированными оказались 5,4% (48 проб). В данных пробах были выявлены яйца аскарид – 6 проб, токсокар – 28 проб и личинки стронгилид – 14 проб.

И самое минимальное число исследованных проб почвы – 5,9% (523 пробы) отмечалось в 2020 г., в т.ч. положительные находки составили 4,0% (21 проба) – самое минимальное число среди всех положительных находок за анализируемый период. В данном году в почве были обнаружены яйца токсокар – 14 проб и личинки стронгилид – 7 проб.

### Выводы

1. Наличие контаминированных оплодотворенных яиц гельминтов (яйца аскарид, описторхиса, остриц) и цист патогенных кишечных простейших (амеба) в исследованных образцах почвы свидетельствует о загрязнении данного объекта фекалиями инвазированных людей и/или о загрязнении его канализационными стоками, возникшими в следствие различных аварий.

2. Наличие яиц и личинок зоонозных гельминтов (яйца токсокар и личинки стронгилид) в почве свидетельствует о загрязнении данного объекта фекалиями инвазированных животных (собаки, кошки).

3. С целью улучшения эколого-паразитологического состояния почвы, рекомендуется систематически проводить санитарно-паразитологический мониторинг исследуемых объектов, а также не допускать их контаминации фекалиями инвазированных животных.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

- Ерофеева В.В. Социально-экологические аспекты распространения антропонозов / В.В. Ерофеева, Г.Н. Доронина, О.М. Родионова и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 4. – С. 68.
- Методические указания МУ 4.2.2661-10 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы санитарно-паразитологических исследований».
- Паутова Е.А. Санитарно-паразитологические и эпизоотологические аспекты токсокароза в Республике Алтай / Е.А. Паутова, Л.Д. Щучинова, А.С. Довгалева и др. // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2015. – № 16. – С. 335-337.
- Сивкова Т.Н. Зараженность почвы кинологических центров МВД России по Пермскому краю яйцами гельминтов и способ ее дезинвазии / Т.Н. Сивкова, М.В. Хазова // Российский паразитологический журнал. – 2017. – № 2. – С. 155-158.
- Трунова С.А. Обсемененность внешней среды яйцами гельминтов собак в равнинном поясе Дагестана / С.А. Трунова, С.Г. Нурмагомедова // Ветеринарная патология. – 2018. – № 3-65. – С. 17-24.
- Юлдошев Н.Э. Зависимость распространения гельминтозов от химического состава почвы / Н.Э. Юлдошев // Ветеринарная медицина. – 2009. – № 2009-4. – С. 34-37.

### Список литературы на английском языке / References in English

- Erofeeva V. V. Social'no-ekologicheskie aspekty rasprostraneniya antroponozov [Socio-Ecological Aspects of the Spread of Anthroponoses] / V. V. Erofeeva, G. N. Doronina, O. M. Rodionova et al. // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. - 2019. - No. 4, p. 68 [in Russian]
- Metodicheskie ukazaniya MU 4.2.2661-10 «Metody kontrolja. Biologicheskie i mikrobiologicheskie faktory. Metody sanitarno-parazitologicheskikh issledovanij». [Methodological Instructive Regulations Mu 4.2.2661-10 Control Methods. Biological and Microbiological Factors. Methods of Sanitary-Parasitological Research] [in Russian]
- Pautova E. A. Sanitarno-parazitologicheskie i ehpiizootologicheskie aspekty toksokaroza v Respublike Altajj [Sanitary-Parasitological and Epizootological Aspects of Toxocarosis in the Altai Republic] / E. A. Pautova, L. D. Shchuchinova, A. S. Dovgalev et al. // Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami [Theory and practice of parasitic disease control]. - 2015. - No. 16, pp. 335-337 [in Russian]
- Sivkova T. N. Zarazhennost' pochvy kinologicheskikh centrov MVD Rossii po Permskomu kraju jajcami gel'mintov i sposob ee dezinvazii [Infestation of the Soil of the Cynological Centers of the Ministry of Internal Affairs of Russia in the Perm Region With Helminth Eggs and the Method of Its Disinvasion] / T. N. Sivkova, M. V. Khazova // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal [Russian Journal of Parasitology]. - 2017. - No. 2, pp. 155-158 [in Russian]
- Trunova S. A. Obsemenennost' vneshnej sredy jajcami gel'mintov sobak v ravninnom pojase Dagestana [Contamination of the External Environment With Eggs of Dog Helminths in the Plain Belt of Dagestan] / S. A. Trunova, S. G. Nurmagomedov // Veterinarnaja patologija [Veterinary Pathology]. - 2018. - No. 3-65, pp. 17-24 [in Russian]
- Yuldoshev N. E. Zavisimost' rasprostraneniya gel'mintozov ot khimicheskogo sostava pochvy [Dependence of the Spread of Helminthiasis on the Chemical Composition of the Soil] / N. E. Yuldoshev // Veterinarnaja medicina [Veterinary Medicine]. - 2009. - No. 2009-4, pp. 34-37 [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.041>**ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ БИЛАТЕРАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ БОКОВЫХ ЖЕЛУДОЧКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТНОГО ПЕРИОДА**

Научная статья

**Байбаков С.Е.<sup>1</sup>, Бахарева Н.С.<sup>2</sup>, Гордеева Е.К.<sup>3</sup>, Федько В.А.<sup>4</sup>, Авакян С.А.<sup>5</sup>, Хромов Д.А.<sup>6</sup>\*, Барасева Л.М.<sup>7</sup>**<sup>1-7</sup> Кубанский государственный медицинский университет Минздрава России, Краснодар, Россия

\* Корреспондирующий автор (partypancakes531[at]gmail.com)

**Аннотация**

Травматизация элементов ликвороциркуляторной системы особенно боковых желудочков может привести к серьезным нарушениям роста и развития детей. Интерес данной теме обуславливает её актуальность для нейрохирургов, оперирующих опухоли, лежащие вблизи боковых желудочков. Целью данной работы было изучение гендерных различий в размерах различных структур боковых желудочков головного мозга у детей раннего детского возрастного периода. Объектом исследования стало ретроспективное изучение МРТ боковых желудочков головного мозга у детей двухлетнего возраста. Анализ полученных прижизненных энцефалометрических показателей свидетельствует о наличии половой изменчивости головного мозга и боковых желудочков, в частности. Полученные данные позволяют выделить морфометрические показатели межполушарной изменчивости головного мозга, что может служить одним из морфометрических критериев его асимметрии. Полученные данные широко могут быть использованными в целях нейровизуализации данных.

**Ключевые слова:** боковые желудочки, конечный мозг, половые различия.**GENDER DIFFERENCES IN BILATERAL ASYMMETRY OF LATERAL VENTRICLES OF THE BRAIN IN YOUNG CHILDREN**

Research article

**Baybakov S.E.<sup>1</sup>, Bakhareva N.S.<sup>2</sup>, Gordeeva E.K.<sup>3</sup>, Fedko V.A.<sup>4</sup>, Avakyan S.A.<sup>5</sup>, Khromov D.A.<sup>6</sup>\*, Baraeva L.M.<sup>7</sup>**<sup>1-7</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

\* Corresponding author (partypancakes531[at]gmail.com)

**Abstract**

Traumatization of the elements of the cerebrovascular system, especially the lateral ventricles, can lead to serious violations of the growth and development of children. The interest in this topic determines its relevance for neurosurgeons operating on tumors located near the lateral ventricles. The aim of this work was to study gender differences in the size of different structures of the lateral ventricles of the brain in children of early childhood. The subject of the study was a retrospective study of MRI of the lateral ventricles of the brain in two-year-old children. The analysis of the encephalometric indicators obtained in vivo points to the presence of sex differences in the brain and the lateral ventricles. The obtained data allow us to identify morphometric indicators of interhemispheric variability of the brain, which can serve as one of the morphometric criteria for its asymmetry. The data obtained can be widely used for data neuroimaging purposes.

**Keywords:** lateral ventricles, terminal brain, sex differences.**Введение**

Боковые желудочки являются основными элементами ликвороциркуляторной системы, полостями полушарий головного мозга - наиболее молодых в филогенетическом плане структур. К моменту рождения полушария головного мозга развиты сравнительно слабо и, подвергаясь закономерному развитию, они обуславливают возрастными характеристиками боковых желудочков [1]. Уже на 9 месяце внутриутробного развития можно наблюдать, как боковые желудочки по своей сложной форме становятся подобными боковым желудочкам взрослого человека [2], [5]. После рождения наибольший рост происходит в течение первых 6 месяцев, причем рога растут интенсивнее других структур. После, на 18-24 месяц приходится период уменьшения размеров боковых желудочков [16]. Учитывая важность выполняемой вентрикулярной системой функций, очевидно, что её травмы, могут нести серьезные последствия. Более того, имеются данные, говорящие об изменении геометрии ликворной системы вследствие травматического повреждения головного мозга [13]. Необходимо отметить, что у детей до 10 - 20% случаев черепно-мозговой травмы приходится на дорожно-транспортные происшествия [12]. Кроме того, существует также риск возникновения опухоли боковых желудочков, которые у детей представляют до 25% от числа всех опухолей головного мозга. Опухоли находятся в глубине головного мозга детей, что ведет к высоким показателям смертности после операций (37,4%) [10].

Несмотря на большую значимость органов ликвороциркуляторной системы работ в этой области мало. Очевидно, что во врачебной практике невозможно говорить о точности оценки повреждений ликворной системы, не учитывая возрастную и гендерную изменчивость боковых желудочков. Диагностика травм головного мозга и ликвороциркуляторной системы, в частности, сопряжена с определенными сложностями [12].

Целью настоящей работы является изучение гендерных различий и межполушарных различий параметров боковых желудочков головного мозга у детей раннего детского возраста.

**Методы и принципы исследования**

Для исследования были использованы архивные данные размеров частей боковых желудочков головного мозга 120 детей в возрасте 2 лет (60 мальчиков и 60 девочек), а именно:

1) Длина переднего рога,

- 2) Ширина переднего рога,
- 3) Длина центральной части,
- 4) Ширина центральной части,
- 5) Длина заднего рога,
- 6) Ширина заднего рога,
- 7) Длина нижнего рога,
- 8) Переднезадний размер,
- 9) Расстояние между передними рогами,
- 10) Расстояние между задними рогами.

Исследования проводились посредством метода магнитно-резонансной томографии. Установлено, что среди параметров боковых желудочков головного мозга у детей раннего детского возраста прослеживаются гендерные различия. Полученный цифровой материал был обработан методом вариационной статистики в рамках программы Microsoft Excel. Различия расценивались как достоверные при  $p \leq 0,05$ , то есть в тех случаях, когда различия превышают 95% [3], [4].

### Результаты и обсуждение

Проведенный статистический анализ, выявил гендерные различия в данной возрастной группе. Размеры боковых желудочков у мальчиков превышают аналогичные размеры у девочек: ширина переднего рога правого бокового желудочка на 20,6%, ширина переднего рога левого бокового желудочка – на 12,8%, расстояние между задними рогами боковых желудочков – 15,7%. У девочек наблюдалось превышение размеров по следующим показателям: длина заднего рога левого бокового желудочка на 12,5% (табл.1, рис.1).

Наши данные о гендерных различиях параметров боковых желудочков головного мозга, согласуются с результатами других исследователей; именно эти структуры вентрикулярной системы обладают наибольшей изменчивостью. По нашим данным ряд структур обладает большими размерами в левом боковом желудочке, что согласуется с результатами Z. Lu и Y.Kiroglu [17], [18]. Причем такая же закономерность прослеживалась и в других возрастных группах: у плодов на 2 и 3 триместры, у новорожденных до 1 года, пишут Z. Li и Z. Lu [15], [17].

Более того, поскольку рога растут быстрее центральной части, наличие асимметрии отмечается чаще всего в них, что согласуется с полученными нами результатами [16]. Отмечается также, что эта асимметрия практически отсутствует до 24 недели гестации, до этого времени отсутствует и половой диморфизм данных структур [15].

Мы обнаружили у девочек увеличение левых передних и задних рогов, в то же время по данным других авторов у женщин преобладали размеры правосторонних структур, что может быть связано с возрастными особенностями [14].

Таблица 1 – Морфометрические показатели размеров боковых желудочков возрастной группы 2 года.

№ № п.п.	Исследуемые показатели		Статистические показатели размеров боковых желудочков у лиц разного пола					
			Мальчики			Девочки		
			M±m	Min	Max	M±m	Min	Max
1.	Длина переднего рога бокового желудочка (мм)	Пр.	26,9±0,6	22,0	33,0	27,2±0,3	23,0	28,0
		Лев.	27,7±0,6	23,0	34,0	27,6±0,4	24,0	29,0
2.	Ширина переднего рога бокового желудочка (мм)	Пр.	7,0±0,3	5,0	10,0	5,8±0,2*	5,0	7,0
		Лев.	7,3±0,1	6,0	8,5	6,3±0,4*	5,0	9,0
3.	Длина центральной части бокового желудочка (мм)	Пр.	41,6±1,1	31,0	50,0	43,5±0,6	38,0	46,0
		Лев.	43,9±1,9**	34,0	62,0	43,7±0,6	38,0	46,0
4.	Ширина центральной части бокового желудочка (мм)	Пр.	9,6±0,4	6,0	12,9	9,2±0,2	8,0	10,0
		Лев.	10,6±0,5	7,0	14,1	9,5±0,4	7,0	11,0
5.	Длина заднего рога бокового желудочка (мм)	Пр.	32,2±1,4	22,0	46,4	32,3±0,7	30,0	37,0
		Лев.	30,3±1,5	21,0	49,3	43,1±1,3***	27,0	43,0
6.	Ширина заднего рога бокового желудочка (мм)	Пр.	9,1±0,6	6,0	17,0	10,1±0,4	4,0	11,0
		Лев.	8,8±0,5	6,0	14,0	7,5±0,1**	7,0	8,0
7.	Длина нижнего рога бокового желудочка (мм)	Пр.	37,4±1,5	28,0	45,0	36,2±1,2	32,0	44,0
		Лев.	34,3±1,4	21,0	42,0	32,0±0,7**	30,0	42,0
8.	Переднезадний размер бокового желудочка (мм)	Пр.	92,8±1,9	76,0	108,0	93,1±0,6	83,0	94,0
		Лев.	92,2±1,7	74,0	110,0	95,1±0,5	88,0	97,0
9.	Расстояние между передними боковыми рогами боковых желудочков (мм)		32,6±0,6	26,0	38,0	32,1±0,7	21,0	35,0
10.	Расстояние между задними боковыми рогами боковых желудочков (мм)		36,1±0,9	29,0	44,0	31,2±0,3*	30,0	33,0

Примечание: звездочкой, расположенной в верхней части ошибки среднеарифметического ( $\pm t^*$ ), обозначены морфометрические показатели у девочек, достоверно отличающиеся от аналогичных параметров у мальчиков ( $p < 0,05$ ); двумя звездочками, расположенными в верхней части ошибки среднеарифметического ( $\pm t^{**}$ ), обозначены морфометрические показатели левого полушария, достоверно отличающиеся от аналогичных параметров правого полушария,; тремя звездочками, расположенными в верхней части ошибки среднеарифметического ( $\pm t^{***}$ ), обозначены морфометрические показатели левого полушария у девочек, достоверно отличающиеся от аналогичных параметров правого полушария и от аналогичных параметров у мальчиков ( $p < 0,05$ )

Межполушарная изменчивость головного мозга наблюдалась по следующим показателям: длина заднего рога правого бокового желудочка у девочек на 5,5% была меньше длины заднего рога левого бокового желудочка, Ширина заднего рога правого бокового желудочка у девочек на 34,6% превышала аналогичный размер левого бокового желудочка, длина нижнего рога правого бокового желудочка у девочек на 13,1% была больше длины нижнего рога левого бокового желудочка (рис.1,2,3).



Рис. 1 – Морфометрические показатели ширины передних рогов (ДПР) правого и левого боковых желудочков у девочек и двухлетних мальчиков

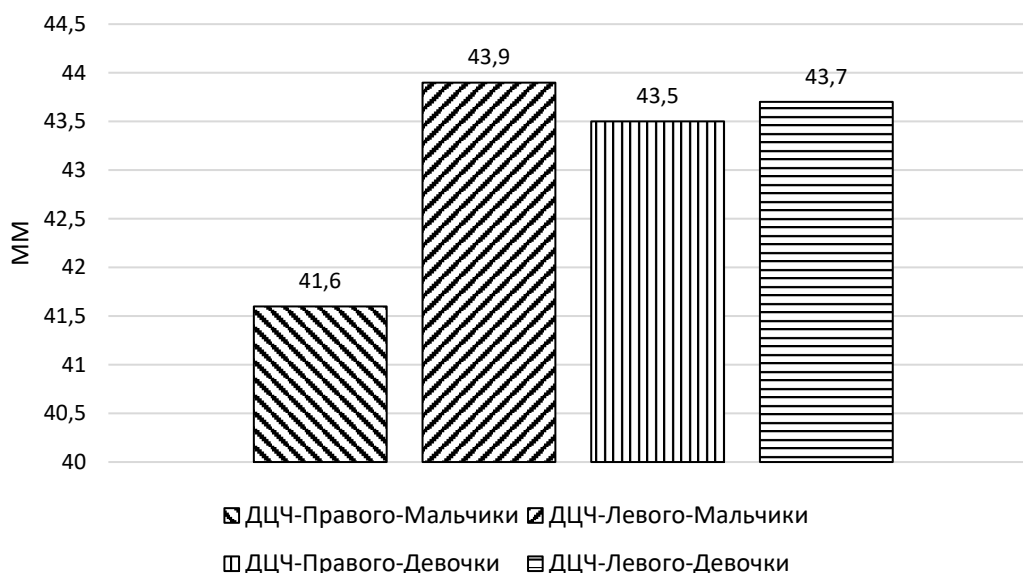


Рис. 2 – Морфометрические показатели длины центральной части (ДЦЧ) правого и левого боковых желудочков у мальчиков

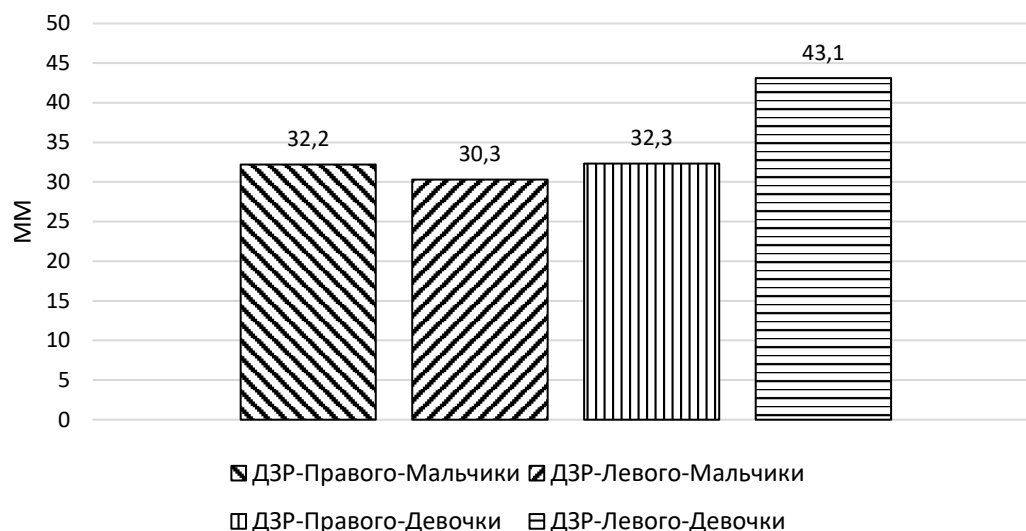


Рис. 3 – Морфометрические показатели длины задних рогов (ДЗР) правого и левого боковых желудочков девочек двухлетнего возраста

У мальчиков межполушарная асимметрия отмечалась лишь по одному показателю: длина центральной части левого бокового желудочка превышала длину центральной части правого бокового желудочка на 5,5%.

Мы полагаем, что особое внимание эта тема может получить у неврологов, специалистов, занимающихся оценкой нейропластичности в области неврологии и психиатрии [6], [8], [9]. У нейрохирургов не существует методов прогнозирования исхода операций в плане выживаемости пациентов и качества их дальнейшей жизни [10]. Более того, полученные результаты могут быть использованы при интерпретации данных различных техник нейровизуализации.

#### Заключение

1. Анализ полученных прижизненных энцефалометрических показателей свидетельствует о наличии половой изменчивости головного мозга и боковых желудочков, в частности.

2. Полученные данные позволяют выделить морфометрические показатели межполушарной изменчивости головного мозга, что может служить одним из морфометрических критериев его асимметрии.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Список литературы / References

1. Любимова З.В. Возрастная физиология / З.В. Любимова, К.В. Маринова, А.А. Никитина // Учебник для студентов высших учебных заведений: В 2 ч. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2003 – Ч. 1.
2. Дорошкевич Е.Ю. Развитие боковых желудочков головного мозга в пренатальном морфогенезе человека / Е.Ю. Дорошкевич // Проблемы здоровья и экологии - 2004 – С.63-67
3. Каган И.И. Использование методов компьютерной и магнитно-резонансной томографии в изучении прижизненной анатомии головного мозга / И.И. Каган, С.В. Чемезов, В.И. Ким и др. // Новые технологии в медицине (морфологические, экспериментальные клинические и социальные аспекты). – Волгоград, 2005.
4. Юнкеров В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев. // СПб. : ВМедА, 2005.
5. Дорошкевич Е.Ю. Закономерности морфогенеза боковых желудочков головного мозга в плодном периоде внутриутробного развития человека / Е.Ю. Дорошкевич // Проблемы здоровья и экологии - 2005 - С.114-117.
6. Власюк В.В. Классификация внутримозговых кровоизлияний у новорожденных в Международной статистической классификации болезней / В.В. Власюк // Вопросы современной педиатрии - 2017 – С.246-247.
7. Сапин М.Р. Анатомия человека / М.Р. Сапин, Д.Б. Никитюк, В.Н. Николенко и др. // Учебник для студентов высших учебных заведений. В 2 томах - том 2 - ГЭОТАР-Медиа - 2015.
8. Галанин И.В. Современное состояние проблемы нейропластичности в психиатрии и неврологии / И.В. Галанин, А.Г. Нарышкин, А.Л. Горелик и др. // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова а. – 2015. – Том 7, № 1 - С.134-143.
9. Мелашенко Т.В. Лучевая диагностика в комплексной оценке особенностей нейропластичности у недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела / Т.В. Мелашенко, А.И. Тащилкин, А.В. Поздняков и др. // Педиатр. – 2018. – Т. 9. – № 6. – С. 21–28. doi: 10.17816/PED9621-28
10. Полищук Н.Е. Ближайшие результаты хирургического лечения новообразований боковых желудочков мозга у детей и взрослых / Н.Е. Полищук, М.К. Мехрзи, А.В. Смоланка // Украинский нейрохирургический журнал. 2017;(2). С.34-38.
11. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. – URL: stat.gibdd.ru (дата обращения: 29.01.2021)



12. Чухловина М.Л. Особенности диагностики черепно-мозговой травмы в детском возрасте / М.Л. Чухловина // Педиатр. - 2013. - Т. 4. - №4. - С. 56-60.
13. Мельников И.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике ушибов головного мозга у детей / И.А. Мельников, С.В. Сидорин, С.Ю. Гуляков и др. // Радиология. Практика. – 2011. – № 1. – С. 14-23.
14. Андреев И.А. Индивидуально-типологические особенности параметров желудочковой системы головного мозга человека : дис. Канд. Мед. Наук.: 14.00.02 : защищена 26.11.08 / Андреев Игорь Анатольевич - 2008. - 142 С.
15. Li Z. Morphologic Evolution and Coordinated Development of the Fetal Lateral Ventricles in the Second and Third Trimesters / Z.Li, F.Xu, Z. Zhang et al. // AJNR Am J Neuroradiol. 2019 Apr; 40(4): 718–725.
16. Bompard L. Multivariate Longitudinal Shape Analysis of Human Lateral Ventricles during the First Twenty-Four Months of Life / L.Bompard, S.Xu, M.Styner et al. // PLOS ONE. 2014 Sept; V. 9 (9).
17. Lu Z. Measurement of lateral ventricle volume of normal infant based on magnetic resonance imaging / Lu Z., He J., Yu Y. et al. // Chin Neurosurg JI 5, 9 (2019). doi: 10.1186/s41016-019-0156-9
18. Kiroglu Y. Cerebral lateral ventricular asymmetry on CT: how much asymmetry is representing pathology? / Y. Kiroglu, N. Karabulut, C. Oncel et al. // Surgical and radiologic anatomy. 2008. V.30:249–255.
19. Scelsi C.L. The Lateral Ventricles: A Detailed Review of Anatomy, Development, and Anatomic Variations / Scelsi C.L., Rahim T.A., Morris J.A. et al. // AJNR. American journal of neuroradiology.2020. V.41 (4): 566-572.
20. Taketani K. Morphological features and length measurements of fetal lateral ventricles at 16–25 weeks of gestation by magnetic resonance imaging / K. Taketani, Sh. Yamada, Ch. Uwabe et al. // Cogenital Anomalies. 2015. V.55(2): 99-102. doi:10.1111/cga.12076

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Lyubimova Z. V. Vozrastnaya fiziologiya [Age-related physiology] / Z. V. Lyubimova, K. V. Marinova, A. A. Nikitina // Uchebnik dlya studentov vysshih uchebnykh zavedenii [Textbook for students of higher educational institutions: In 2 books. - M.: Humanit. ed. Center VLADOS, 2003 Part 1.] [in Russian]
2. Doroshkevich E.Yu. Razvitie bokovykh zheludochkov golovnoy mozga v prenatal'nom morfogeneze cheloveka [Development of the lateral ventricles of head brain in prenatal morphogenesis of the man] / E.Yu. Doroshkevich // Problemy zdoroviya i ekologii [Questions of health and ecology] 2004 – P.63-67. [in Russian]
3. Kagan I.I. Ispol'zovanie metodov komp'yuternoi i magnitno-rezonansnoi tomografii v izuchenii prizhiznennoy anatomii golovnoy mozga [The use of computer and magnetic resonance imaging methods in the study of intravital anatomy of the brain] / I.I. Kagan, S.V. Chemezov, V.I. Kim et al. // Novye tehnologii v meditsine (morfologicheskie, eksperimental'nie klinicheskie i sotsial'nie aspekty) [New technologies in medicine (morphological, experimental clinical and social aspects)] - Volgograd, 2005. [in Russian]
4. Yunkerov V.I. Matematiko-statisticheskaya obrabotka dannykh meditsinskih issledovaniy [Mathematical and statistical processing of medical research data] / V.I. Yunkerov, S.G. Grigoryev // SPB : VMA, 2005. [in Russian]
5. Doroshkevich E.Yu. Zakonomernosti morfogeneza bokovykh zheludochkov golovnoy mozga v plodnom periode vnutritrobnogo razvitiya cheloveka [Mechanism of morphogenesis of the lateral ventricles of brain in the fetal period of prenatal development of man] / E.Yu. Doroshkevich // Problemy zdoroviya i ekologii [Questions of health and ecology] - 2005 – P. 114-117. [in Russian]
6. Vlasuk V.V. Klassifikatsiya vnutrizheludochkovykh krovoizliyanii u novorozhdennykh v Mezhdunarodnoi statisticheskoy klassifikatsii boleznei [Classification of intraventricular hemorrhage in newborns in the international statistical classification of diseases] / V.V. Vlasuk // Voprosy sovremennoy pediatrii [Issues of modern pediatrics] 2017 – P. 246-247. [in Russian]
7. Sapin M.R. Normal'naya anatomiya [Normal anatomy] / M.R. Sapin, D.B. Nikityuk, V.N. Nikolenko et al. // Uchebnik dlya studentov vysshih uchebnykh zavedenii [Textbook for students of higher educational institutions.] In 2 books. - vol.2 - GEOTAR-Media – 2015. [in Russian]
8. Galanin I.V. Sovremennoe sostoyanie problemy neiroplastichnosti v psikiatrii i nevrologii [The present state of neuroplasticity in psychiatry and neurology] / I.V. Galanin, A.G. Naryshkin, A.L. Gorelik et al. // Vestnik Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. I.I. Mechnikova [Herald of the Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov.] – 2015. – Vol. 7, № 1 – P. 134-143. [in Russian]
9. Melashenko T.V. Luchevaya diagnostika v kompleksnoi otsenke osobennostey neiroplastichnosti u nedonoshennykh novorozhdennykh s ekstremal'no nizkoi massoi tela [Radiologic diagnostics in complex estimation of the features of neuroplasticity in preterm newborns with extremely low birth weight] / T.V. Melashenko, A.I. Tashilkin, A.V. Pozdnyakov et al. // Pediatr [Pediatrician (St. Petersburg)] 2018;9(6). P.21-28. doi: 10.17816/PED9621-28. [in Russian]
10. Polishchuk N.E. Blizhaishie rezul'taty hirurgicheskogo lecheniya novoobrazovaniy bokovykh zheludochkov mozga u detei i vzroslykh [Immediate surgical treatment results for lateral ventricle neoplasms of the brain in children and adults] / Mykola Y. Polishchuk, Mohamed K. Mehrzi, Andriy V. Smolanka // Ukrainskii neirohirurgicheskii zhurnal [Ukrainian Neurosurgical Journal.] 2017;(2). P.34-38. [in Russian]
11. Svedeniya o pokazatelyakh sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Information about state indicators of road safety.] [Electronic resource] URL: stat.gibdd.ru (accessed: 29.01.2021) [in Russian]
12. Chukhlovina M.L. Osobennosti diagnostiki cherepno-mozgovoy travmy v detskom vozraste [Diagnostic features of traumatic brain injury in childhood] / M.L. Chukhlovina // Pediatr [Pediatrician.] - 2013. - V. 4. - №4. - P. 56-60. [in Russian]
13. Melnikov I.A. Magnitno-rezonansnaya tomografiya v diagnostike ushibov golovnoy mozga u detei [Magnetic resonance imaging of brain contusion in children] / I.A. Melnikov, S.V. Sidorin, S.Yu. Gur'yakov et al. // Radiologiya. Praktika. [Radiology.Practice.] – 2011. – № 1. – P. 14-23. [in Russian]
14. Andreev I.A. Individual'no-tipologicheskie osobennosti parametrov zheludochkovoy sistemy golovnoy mozga cheloveka [Individual-typological features of the parameters of the ventricular system of the human brain] : dis. Ph.D. in Medicine.: 14.00.02 : defense of the thesis 26.11.08 / Andreev Igor' Anatol'evich - 2008. - 142 P. [in Russian]

15. Li Z. Morphologic Evolution and Coordinated Development of the Fetal Lateral Ventricles in the Second and Third Trimesters / Z.Li, F.Xu, Z. Zhang et al. // AJNR Am J Neuroradiol. 2019 Apr; 40(4): 718–725.
16. Bompard L. Multivariate Longitudinal Shape Analysis of Human Lateral Ventricles during the First Twenty-Four Months of Life / L.Bompard, S.Xu, M.Styner et al. // PLOS ONE. 2014 Sept; V. 9 (9).
17. Lu Z. Measurement of lateral ventricle volume of normal infant based on magnetic resonance imaging / Lu Z., He J., Yu Y. et al. // Chin Neurosurg JI 5, 9 (2019). doi: 10.1186/s41016-019-0156-9
18. Kiroglu Y. Cerebral lateral ventricular asymmetry on CT: how much asymmetry is representing pathology? / Y. Kiroglu, N. Karabulut, C. Oncel et al. // Surgical and radiologic anatomy. 2008. V.30:249–255.
19. Scelsi C.L. The Lateral Ventricles: A Detailed Review of Anatomy, Development, and Anatomic Variations / Scelsi C.L., Rahim T.A., Morris J.A. et al. // AJNR. American journal of neuroradiology.2020. V.41 (4): 566-572.
20. Taketani K. Morphological features and length measurements of fetal lateral ventricles at 16–25 weeks of gestation by magnetic resonance imaging / K. Taketani, Sh. Yamada, Ch. Uwabe et al. // Cogenital Anomalies. 2015. V.55(2): 99-102. doi:10.1111/cga.12076

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.042>**СТЕРОИДНЫЙ ГИПОГОНАДИЗМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Научная статья

**Бердыш Д.С.<sup>1,\*</sup>, Новоселя Н.В.<sup>2</sup>, Татлок Э.З.<sup>3</sup>, Саакова К.А.<sup>4</sup>, Бобровская А.В.<sup>5</sup>, Шапиева А.А.<sup>6</sup>**<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Кубанский медицинский институт, Краснодар, Россия

\* Корреспондирующий автор (summit.medicine[at]mail.ru)

**Аннотация**

В настоящее время в мире у более 30% мужчин старше 40 лет отмечены нарушения функции репродуктивной системы. Наиболее распространенной причиной нарушения нормальной работы половой системы являются расстройства эндокринной регуляции. Основными гормонами нейроэндокринной регуляции, которые отвечают за нормальную работу репродуктивной системы, являются: аденокортикотропный гормон, фолликулостимулирующий гормон, лютеинизирующий гормон. Таким образом, снижение или повышение их количества могут вызвать определенные нарушения в работе половой системы мужчины.

Цель исследования – изучение действия раствора Тестостерона пропионата на организм лабораторных крыс, смоделировать инволюцию семенников. Исследование проводилось на самцах крыс линии «Wistar». В эксперименте участвовало 50 животных. 40 из них определили в опытную группу, которые каждые 3 дня получали укол тестостерона пропионата 25 мг внутримышечно. 10 животных выделили в контрольную группу. Для оценки функции ядер гипоталамуса оценивалось содержание ФСГ и ЛГ крови до введения препарата и после завершения курса. Также оценивалось содержание сперматозоидов в извитых канальцах семенников опытной и контрольной группы. После завершения курсовой терапии каждой крысе в опытной группе внутримышечно вводился тестостерон пропионат по 0,15 мг каждые 3 дня, с уменьшением дозы в 0,1 мг в течение 30 дней.

Лабораторно смоделирован стероидный гипогонадизм. Через 60 дней после введения Тестостерона пропионата наблюдается азооспермия. Инволюция интерстициальных клеток зависит от дозы и времени приема препарата. Чем больше доза и время инъекций, тем меньше клеток Сертоли и Лейдига в интерстициальном пространстве.

В результате исследования, составлены патофизиологические механизмы развития экзогенного гипогонадизма, установлены пороги развития бесплодия при приеме тестостерона пропионата.

**Ключевые слова:** бесплодие, клетка, жизнь, эксперимент, ядра, стимуляция, методики, лечение.

**STEROID HYPOGONADISM IN AN EXPERIMENT**

Research article

**Berdys D.S.<sup>1,\*</sup>, Novoselya N.V.<sup>2</sup>, Tatlok E.Z.<sup>3</sup>, Saakova K.A.<sup>4</sup>, Bobrovskaya A.V.<sup>5</sup>, Shapieva A.A.<sup>6</sup>**<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Kuban Medical Institute, Krasnodar, Russia

\* Corresponding author (summit.medicine[at]mail.ru)

**Abstract**

Currently, there are more than 30% of men over 40 years of age with disorders of the reproductive system across the world. The most common cause of disruption of the normal functioning of the reproductive system is disorders of endocrine regulation. The main hormones of neuroendocrine regulation, which are responsible for the normal functioning of the reproductive system, are adrenocorticotrophic hormone, follicle-stimulating hormone, and luteinizing hormone. Thus, a decrease or increase in their number can cause certain disorders in the functioning of the male reproductive system.

The purpose of the study is to examine the effect of testosterone propionate solution on the laboratory rats, to simulate the involution of testes.

The study was conducted on the male Wistar rats. The experiment involved 50 animals. 40 of them were assigned to the experimental group that received a 25 mg injection of testosterone propionate intramuscularly every 3 days. 10 animals were allocated to the control group. To assess the function of the hypothalamus nuclei, the content of FSH and LH in the blood was evaluated before administration of the drug and after completion of the course. The content of spermatozoa in the convoluted tubules of the testes of the experimental and control groups was also evaluated. After completing the course of therapy, each rat in the experimental group was intramuscularly injected with 0.15 mg of testosterone propionate every 3 days with a dose reduction of 0.1 mg in the course of 30 days.

Steroid hypogonadism was simulated in the laboratory. 60 days after the administration of Testosterone propionate, azoospermia is observed. The involution of interstitial cells depends on the dose and the time of taking the drug. The higher the dose and the longer the injection time, the fewer Sertoli and Leydig cells in the extra cellular fluid compartment.

The study compiles the pathophysiological mechanisms of the development of exogenous hypogonadism and establishes the thresholds for the development of infertility when taking testosterone propionate.

**Keywords:** infertility, cell, life, experiment, nuclei, stimulation, methods, treatment.

**Введение**

За последние годы нарушение репродуктивной функции у мужчин приобрело особую медицинскую и социальную значимость. Бесплодие у мужчин возникает в результате разнообразных патологических процессов в организме. Полиэтиологичность мужского бесплодия, сложность патогенеза заболевания, а также функциональная взаимосвязь половой сферы со всеми системами и органами создают большие трудности в разработке адекватных методов лечения. Низкая эффективность терапии также обусловлена недостатком знаний о причинах infertility. Бесплодие у мужчин в 40-50% случаев может быть связано с нарушениями количественных и/или качественных

показателей эякулята, эндогенными и экзогенными воздействиями. Примерно в 1/3 случаев причину бесплодия установить не удастся; предполагается, что оно обусловлено генетическими или иммунологическими факторами [1].

Идиопатический гипогонадотропный гипогонадизм (ИГГ) характеризуется низким уровнем гонадотропина и половых гормонов, и наличием анатомических или функциональных нарушений в гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси. ИГГ может быть изолированным состоянием или сочетаться с аносмией, гипосмией (синдром Каллмана). Генетические факторы, вызывающие дефицит гонадотропинов, могут воздействовать на уровне гипоталамуса или гипофиза. Мутации в генах-кандидатах (сцепленные с X-хромосомой или аутосомальные) могут быть обнаружены приблизительно в 30% случаев. Приобретенный гипогонадотропный гипогонадизм может быть вызван некоторыми лекарственными средствами, гормонами, анаболическими стероидами и опухолями. При подозрении на опухоль требуется компьютерная (КТ) или магнитно-резонансная (МРТ) для исключения синдрома «турецкого седла», а также полное эндокринологическое обследование. Нарушение гормональной регуляции легко выявляется [2], [3]. После исключения вторичных форм (действие лекарственных препаратов, гормонов, опухолей), выбор терапии зависит от достижения нормального уровня андрогенов, либо фертильности. Только заместительная терапия нормализует уровень андрогенов с последующим развитием вторичных половых признаков (в случаях появления гипогонадизма до пубертатного периода), а также эу(нормо)гонадного состояния. Тем не менее стимуляция продукции сперматозоидов также требует назначения хорионического гонадотропина (ХГ) в комбинации с рекомбинантным ФСГ [4], [5]. В редких случаях (фертильного евнухоидизма) отмечается достаточная продукция ФСГ, но не ЛГ. В такой ситуации терапия при помощи одного ХГ может быть достаточной для стимуляции продукции сперматозоидов и достижения нормального уровня тестостерона [6], [7]. Механизм нарушения фертильности при вторичном гипогонадотропном гипогонадизме, развивающегося после тестостеронзаместительной терапии возрастных, физиологических изменений и после применения анаболических андрогенных стероидов в целях коррекции фигуры и повышения спортивных показателей одинаков. Назначаемый экзогенный тестостерон уменьшает производство гонадотропинов, что приводит к подавлению выработки собственного тестостерона и снижению сперматогенеза вплоть до азооспермии (выявлена у 40% мужчин на тестостеронзаместительной терапии) [8], [9].

### Цель исследования

Изучить действие тестостерона пропионата на организм лабораторных крыс. Смоделировать анатомо-гистохимическую инволюцию семенников.

### Методы и материалы

Исследование проводилось на базе НОЧУ ВО «Кубанский медицинский институт», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет».

В исследовании принимали участие 50 крыс линии «Wistar». Все животные были разделены на 4 группы: 3 опытные (40 крыс) и 1 контрольная (10 крыс). Опытной группе на протяжении 60 дней, каждые 3 дня вводился раствор Тестостерона пропионата 100 mg, в объеме 0,25 ml на одно животное. По истечении курса стероидной терапии, у опытной группы была взята кровь в объеме 4 мл и отправлена в биохимическую лабораторию института НОЧУ ВО «КМИ» для определения ФСГ, ЛГ и тестостерона. Также до начала эксперимента всем крысам была проведена УЗД органов мошонки. Расчет всех данных был составлен средними арифметическими значениями. Все они занесены в таблицы.

### Результаты

Таблица 2 – Профиль половых гормонов самцов крыс по срокам введения препарата (M±m)

Объект исследования.	Сроки исследования	Тестостерон, нг/мл	ФСГ, МЕ/л	ЛГ, МЕ/л	p*	p**
Самцы крыс 14 недель. Линия wistar	Контроль	11,2±0,2	6,32±0,56	0,032 ± 0,005	p>0,05	p<0,001
	2 неделя после введения Testosterone propionate	9,2±0,2	5,1±0,32	0,025±0,0005	p>0,05	
	4 неделя после введения Testosterone propionate	8,0±0,1	4,2±0,45	0,018±0,0005	p>0,05	
	6 неделя после введения Testosterone propionate	7,6±0,3	2,2±0,88	0,08±0,0006	p>0,05	
	8 неделя после введения Testosterone propionate	6,9±0,2	1,88±0,32	0,06±0,0003	p>0,05	
	10 неделя после введения Testosterone propionate	5,8±0,1	1,02±0,21	0,002±0,0004	p>0,05	

Примечание: p\* – достоверность различий средних величин по отношению к контрольной группе (использован критерий Манна-Уитни); p\*\* – достоверность различий средних величин при комплексном сравнении (использован критерий Крускала-Уоллиса)

Исходя из данных таблицы 1 видно, что внутримышечное введение одной крысе тестостерона пропионата в дозировке 0,25mg в течение 3 дней приводит к снижению

Тестостерона на 5,4, ФСГ 5,3, ЛГ 0,012.

Таблица 3 – УЗД семенников крыс (M±m)

Материалы	N	Объем семенников мм <sup>3</sup>			
		Семенники		P*	P**
		Левый	правый	-	p<0,001
Контроль	10	1937,52±0,04	1069,686±0,05	p>0,05	
002(опыт)	10	360,8±0,03	328,123±0,08	p>0,05	
003(опыт)	10	475,15±0,07	453,12±0,06	p>0,05	
004(опыт)	10	538,02±0,02	539,24±0,02	p>0,05	
005(опыт)	10	256,62±0,01	219,96±0,03	p>0,05	

Примечание: p\* – достоверность различий средних величин по отношению к контрольной группе (использован критерий Манна-Уитни); p\*\* – достоверность различий средних величин при комплексном сравнении (использован критерий Крускала-Уоллиса)

Анализируя данные таблицы 2, можно заметить, что по отношению к контрольной группе объем семенников уменьшился практически в 3,5 раза в течение 2 месяцев введения препарата.

После УЗД, была проведена открытая биопсия семенников у обеих групп. По результатам цитологического исследования, которые представлены в таблице 3. видно, что содержание сперматозоидов достигает критически низкого уровня, наблюдается азооспермия. При этом в контрольной группе данной патологии не выявлено.

Таблица 4 – Цитологическое исследование биопсии семенников (M±m)

Материалы	Количество клеток в поле зрения, тыс.	P*	P**
Контроль	200±0,07	p>0,05	p<0,001
002(опыт)	0,3±0,03	p>0,05	
003(опыт)	0,5±0,02	p>0,05	
004(опыт)	0,2±0,04	p>0,05	
005(опыт)	0,6±0,06	p>0,05	

Примечание: p\* – достоверность различий средних величин по отношению к контрольной группе (использован критерий Манна-Уитни); p\*\* – достоверность различий средних величин при комплексном сравнении (использован критерий Крускала-Уоллиса)

#### Гистохимическое исследование клеток Лейдига

Иммуногистохимическое исследование рецепторов к ЛГ на поверхности мембран клеток Лейдига. Исследование показало, что количество рецепторов уменьшилось в 3 раза.

При гистохимическом окрашивании интерстициального пространства, в клетках Лейдига наблюдается снижение липидов, при этом в большем количестве клеток, они отсутствуют вовсе. Количество липидов к клетке, прямо пропорционально рецепторному распространению на поверхности цитоплазматической мембраны, а именно: чем меньше рецепторов, тем меньше липидов в цитоплазме клеток Лейдига. Это связано с тем, что интерстициальные клетки Лейдига, основная задача которых синтез тестостерона, переходят в «режим ожидания», который длится в течение 60-70 дней, далее клетка переходит в режим «депрессии», который длится 7-10 дней. После чего происходит клеточный апоптоз и замещение клеток Лейдига на фибробластные клеточные формы.

#### Инволюция клеток Сертоли

В результате гистохимической оценки поддерживающих клеток извитых канальцев, было выявлено, что sustentocytes из-за недостатка ФСГ, переходят в фазу «ожидания». В цитоплазме клеток уменьшается синтез андроген-связывающих белков (оценка концентрации белков в цитоплазме). Далее если уровень ФСГ не повышается и рецептор не активируется, то клетки переходят в фазу «анабиоза», плотность рецепторного поля уменьшается, клетка становится меньше в размере, но в адлюминальный отдел цитоплазматические карманы сохранены и плотно прилегают к сперматозитам первого порядка. Следующим этапом инволюции sustentocytes, становится апоптоз, но он наступает через достаточно большой промежуток времени, а именно, необратимая дегенерация клетки наблюдается через 12-14 месяцев при концентрации ФСГ в крови <0,1 МЕ/л. при дальнейшем уменьшении ФСГ, клетки апоптируются и замещаются фибробластными клеточными формами. В результате происходит тотальная атрофия сперматогенного эпителия и восстановление сперматогенеза уже становится не возможным.

#### Патофизиологический путь

При экзогенном введении тестостерона пропионата, наблюдается следующая патофизиологическая цепь событий:

Тестостерона пропионат, угнетает синтез в гипоталамусе гонадолиберина, при этом уменьшается экспрессия генов, ответственных за выработку этих гормонов. Недостаток гонадолиберина тормозит в ацидофильных аденоцитах синтез ФСГ и ЛГ, клетки переходят в режим сниженной секреции, далее в режим «ожидания». В отличие от периферических клеток мишеней, клетки гипофиза способны долгое время сохраняться в режиме «ожидания». В результате недостаточности секреции ФСГ и ЛГ в клетках Лейдига замедляется захват холестерина и синтеза тестостерона. Снижение ФСГ приводит к уменьшению выработки андроген-связывающего белка в клетках Сертоли,

что приводит, в свою очередь, к блокаде развития сперматоцитов 1 порядка. Они останавливают свою пролиферацию и совершают апоптоз.

У тестостерона пропионата отсутствует способность проникать через гематотестикулярный барьер, поэтому повышение в крови эфира тестостерона способно пролиферировать большую часть андроген зависимых тканей, но только не ткани семенников.

### Выводы

Исходя из всех полученных данных, в эксперименте, можно сделать вывод, что необратимые дегенеративные изменения в сперматогенном эпителии извитых канальцев наступают через достаточно большой промежуток времени приема тестостерона пропионата. Процент полного восстановления сперматогенной функции зависит от времени приема и концентрации введения тестостерона пропионата. Чем это время меньше, тем шансов на восстановление больше. Но важно помнить о правильной методике пошагового восстановительного периода, который должен быть направлен на всю гипоталамо-гипофизарно-яичковую ось.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Бесплодный брак. Современные подходы к диагностике и лечению: руководство / под ред. Г.Т. Сухих, Т.А. Назаренко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 784 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16643911> (дата обращения 28.12.2020)
2. de Souza G.L. Anabolic steroids and male infertility: a comprehensive review / G.L. de Souza, J. Hallak // BJU Int. 2011;108(11):1860-1865. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10131> (accessed 28.12.2020)
3. Pitteloud N. Predictors of outcome of long-term GnRH therapy in men with idiopathic hypogonadotropic hypogonadism / N. Pitteloud, F.J. Hayes, A. Dwyer // J Clin Endocrinol Metab. 2002;87(9):4128-4136. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1210/jc.2002-020518> (accessed 28.12.2020)
4. Rastrelli G. Factors affecting spermatogenesis upon gonadotropin-replacement therapy: a meta-analytic study / G. Rastrelli, G. Corona, E. Mannucci et al. // Andrology. 2014;2(6):794-808. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/andr.262> (accessed 29.12.2020)
5. Depenbusch M. Maintenance of spermatogenesis in hypogonadotropic hypogonadal men with human chorionic gonadotropin alone / M. Depenbusch, S. von Eckardstein, M. Simoni et al. // Eur J Endocrinol. 2002;147(5):617-624. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1530/eje.0.1470617> (accessed 28.12.2020)
6. McBride J.A. Recovery of spermatogenesis following testosterone replacement therapy or anabolic-androgenic steroid use / J.A. McBride, R.M. Coward // Asian J Androl. 2016;18(3):373-380. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.4103/1008-682X.173938> (accessed 30.12.2020)
7. Wenker E.P. The Use of HCG-Based Combination Therapy for Recovery of Spermatogenesis after Testosterone Use / E.P. Wenker, J.M. Dupree, G.M. Langille // J Sex Med. 2015;12(6):1334-1337. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jsm.12890> (accessed 28.12.2020)
8. Hsieh T.C. Concomitant intramuscular human chorionic gonadotropin preserves spermatogenesis in men undergoing testosterone replacement therapy / T.C. Hsieh, A.W. Pastuszak, K. Hwang et al. // J Urol. 2013;189(2):647-650. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.09.043> (accessed 30.12.2020)
9. Бердыш Д.С. Влияние физических факторов на подвижность сперматозоидов человека / Д.С. Бердыш, Р.К. Мирзоева // Студенческий научный вестник. 2018. №4-3. С. 370-373

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Besplodnyjj brak. Sovremennye podkhody k diagnostike i lecheniju: rukovodstvo [Infertile Couples. Modern Approaches to Diagnosis and Treatment: A Guide] / Edited by G. T. Sukhikh, T. A. Nazarenko. Moscow: GEOTAR-Media, 2010. - 784 p. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16643911> (accessed: 28.12.2020) [in Russian]
2. de Souza G.L. Anabolic steroids and male infertility: a comprehensive review / G.L. de Souza, J. Hallak // BJU Int. 2011;108(11):1860-1865. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10131> (accessed 28.12.2020)
3. Pitteloud N. Predictors of outcome of long-term GnRH therapy in men with idiopathic hypogonadotropic hypogonadism / N. Pitteloud, F.J. Hayes, A. Dwyer // J Clin Endocrinol Metab. 2002;87(9):4128-4136. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1210/jc.2002-020518> (accessed 28.12.2020)
4. Rastrelli G. Factors affecting spermatogenesis upon gonadotropin-replacement therapy: a meta-analytic study / G. Rastrelli, G. Corona, E. Mannucci et al. // Andrology. 2014;2(6):794-808. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/andr.262> (accessed 29.12.2020)
5. Depenbusch M. Maintenance of spermatogenesis in hypogonadotropic hypogonadal men with human chorionic gonadotropin alone / M. Depenbusch, S. von Eckardstein, M. Simoni et al. // Eur J Endocrinol. 2002;147(5):617-624. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1530/eje.0.1470617> (accessed 28.12.2020)
6. McBride J.A. Recovery of spermatogenesis following testosterone replacement therapy or anabolic-androgenic steroid use / J.A. McBride, R.M. Coward // Asian J Androl. 2016;18(3):373-380. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.4103/1008-682X.173938> (accessed 30.12.2020)

7. Wenker E.P. The Use of HCG-Based Combination Therapy for Recovery of Spermatogenesis after Testosterone Use / E.P. Wenker, J.M. Dupree, G.M. Langille // J Sex Med. 2015;12(6):1334-1337. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jsm.12890> (accessed 28.12.2020)
8. Hsieh T.C. Concomitant intramuscular human chorionic gonadotropin preserves spermatogenesis in men undergoing testosterone replacement therapy / T.C. Hsieh, A.W. Pastuszak, K. Hwang et al. // J Urol. 2013;189(2):647-650. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.09.043> (accessed 30.12.2020)
9. Berdysh D. S. Vlijanie fizicheskikh faktorov na podvizhnost' spermatozoidov cheloveka [Influence of Physical Factors on the Mobility of Human Spermatozoa] / D. S. Berdysh, R. K. Mirzoeva // Studencheskijj nauchnyjj vestnik [Student Scientific Bulletin]. 2018. №4-3, pp. 370-373 [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.043>**ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ АТОПИЧЕСКОГО ДЕРМАТИТА И ЭКЗЕМЫ  
В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО СЕВЕРА**

Научная статья

**Васильева Е.А.<sup>1,\*</sup>, Русак Ю.Э.<sup>2</sup>, Ефанова Е.Н.<sup>3</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-6836-7499;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-5145-3996;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-1355-3125;<sup>1,2,3</sup> Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

\* Корреспондирующий автор (katya-190191[at]mail.ru)

**Аннотация**

Несмотря на всестороннее изучение атопического дерматита (АтД) и экземы, в настоящее время не сформирована единая концепция патогенеза заболеваний. Недостаточно изучены характеристики клинического течения аллергодерматозов в неблагоприятных климатических условиях. В результате проведенного исследования выявлена нарастающая распространенность аллергодерматозов в старших возрастных группах. Клинически АтД и экзема характеризуются среднетяжелым течением, с частотой обострения 3-4 раза в год, с распространенным поражением кожных покровов, у детей младшего возраста доминирует эритематозно-сквамозная форма атопического дерматита. Выявленные характеристики клинического течения необходимо учитывать при назначении лечения и диспансерного наблюдения больных с атопическим дерматитом и экземой. Необходима оптимизация профилактических мероприятий у больных аллергодерматозами проживающих в неблагоприятных климатических условиях урбанизированного Севера.

**Ключевые слова:** атопический дерматит, экзема, аллергодерматозы, клиническая характеристика, урбанизированный Север.

**CHARACTERISTICS OF THE CLINICAL COURSE OF ATOPIC DERMATITIS AND ECZEMA  
IN THE URBANIZED RUSSIAN NORTH**

Research article

**Vasilyeva E.A.<sup>1,\*</sup>, Rusak Yu.E.<sup>2</sup>, Efanova E.N.<sup>3</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-6836-7499;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-5145-3996;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-1355-3125;<sup>1, 2, 3</sup> Surgut State University, Surgut, Russia

\* Corresponding author (katya-190191[at]mail.ru)

**Abstract**

Despite the comprehensive study of atopic dermatitis (AtD) and eczema, a single concept of the pathogenesis of diseases has yet to be formed. The characteristics of the clinical course of allergodermatosis in unfavorable climatic conditions have not been sufficiently studied as well. The research in this paper presents an increasing prevalence of allergodermatosis in older age groups. Clinically, AtD and eczema are characterized by a moderate course with a frequency of exacerbation 3-4 times a year accompanied by widespread skin lesions while the erythematous-squamous form of atopic dermatitis is prevalent in young children. The revealed characteristics of the clinical course should be taken into account when prescribing treatment and follow-up of patients with atopic dermatitis and eczema. It is necessary to optimize preventive measures in patients with allergic dermatoses living in unfavorable climatic conditions of the urbanized Russian North.

**Keywords:** atopic dermatitis, eczema, allergodermatosis, clinical characteristics, urbanized Russian North.

**Введение**

Аллергодерматозы представляют важную медико-социальную проблему и являются самыми распространенными дерматозами. Распространенность аллергодерматозов в экономически развитых странах достигает 30% [1], [2], [3]. Патогенез атопического дерматита и экземы сложен, в основе лежат комплексные взаимодействия экзогенных и эндогенных факторов [4]. Анализ литературных данных даёт основание полагать, что значимыми экзогенными триггерами в патогенезе аллергодерматозов являются климатические факторы, такие как высокие и низкие температуры, уровень влажности, дефицит ультрафиолетовых лучей, общие и локальные переохлаждения и др. [5], [6].

Многочисленные неблагоприятные климатогеографические и экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа оказывают непосредственное влияние на кожные покровы. К основным факторам можно отнести резкие перепады температур, влажности, давления, длительный зимний период и профессиональные вредности. Перечисленные факторы выступают экзогенными триггерами и оказывают существенное влияние на состояние кожных покровов и организма в целом, способствуют снижению барьерной функции кожи и поддержанию хронического воспаления.

По данным отечественной литературы течение атопического дерматита, например, в Якутии характеризуется тяжелым распространенным течением, сопровождающимся аллергическими заболеваниями других органов и систем, и склонным к устойчивости к стандартной терапии [7]. Отмечено преобладание тяжелых форм микробной экземы в муссонном климате Хабаровского края [8].



Однако в ряде исследований описаны противоположные факты, согласно которым жаркий климат и высокие температуры также оказывают отрицательное влияние на развитие и течение атопического дерматита, отмечено преобладание экссудативных форм [9], [10].

В течение последних десятилетий отмечается прогрессирующий рост заболеваемости атопическим дерматитом и экземой, особенно в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой [1], [3]. Появляется необходимость постоянного регионального мониторинга и контроля аллергологической заболеваемости.

Цель исследования: изучение клинических характеристик течения атопического дерматита и экземы в неблагоприятных климатических условиях урбанизированного Севера.

### Методы и принципы исследования

Исследования проведены на базе общества с ограниченной ответственностью учреждение здравоохранения диагностический центр «Наджа-Мед» (ООО УЗ ДЦ «Наджа-Мед» г. Сургут), в период с 2017 по 2019 года. Проведен опрос и осмотр 99 пациентов с верифицированными диагнозами атопический дерматит и экзема. Сформированы 3 основные группы: группа детей с атопическим дерматитом ДАД ( $n=34$ ), взрослые с атопическим дерматитом ВАД ( $n=33$ ) и взрослые с истинной экземой ВЭ ( $n=32$ ).

Проводилось клиническое обследование пациентов: сбор жалоб, анамнеза жизни и заболевания, осмотр. Для оценки степени тяжести аллергодерматозов использовалась шкала «SCORAD (Scoring of Atopic Dermatitis)». Описана возможность применения данной шкалы для оценки тяжести не только атопического дерматита, но и экземы [2].

Для оценки влияния кожного процесса на качество жизни, использовался опросник «Индекс качества жизни дерматологических больных» (Dermatology Life Quality Index, DLQI, ДИКЖ) для взрослых пациентов, а для детей (Children's Dermatology Life Quality Index, CDLQI, ДДИКЖ) детский дерматологический индекс качества жизни.

### Основные результаты

В группе детей с АтД средний возраст больных составил  $9,5 \pm 3,6$  лет, в группе взрослых пациентов с АтД  $33 \pm 10,8$  лет, а в группе взрослых с экземой  $34,1 \pm 11,6$  лет.

Распределение полу в группе детей с АтД мальчиков 52,9%, а девочек 47,1%. В группе взрослых с АтД лица мужского пола составили 54,5%, а женского 45,5%. Среди больных экземой преобладали лица женского пола 53,2%, мужского 46,8%.

Проанализирован возраст начала АтД и экземы. У большинства больных (67,7%) первые клинические проявления отмечены в раннем детском возрасте до 2 лет. Однако в группе больных экземой начало заболевания преимущественно приходилось на взрослый возраст от 12 до 20 лет (у 31,2% пациентов). Длительность проживания в условиях урбанизированного Севера в среднем составила  $9,9 \pm 3,7$  лет.

Проводилась оценка наследственной предрасположенности к аллергопатологии, у 76,8% больных выявлен отягощенный семейный аллергоанамнез а у 23,2% нет. По линии матери отягощенный анамнез выявлен у 31,3% больных, по линии отца у 18,2%. Со стороны обоих родителей у 7,1% больных.

При аллергодерматозах крайне важно учитывать наличие сопутствующих заболеваний внутренних органов и систем, т.к. нередко обострение хронических заболеваний провоцирует обострение кожного процесса и утяжеляет течение дерматозов. У 24,2% больных выявлены заболевания верхних дыхательных путей, такие как фарингит, тонзиллит, аденоиды и др., наиболее часто в группе детей с АтД (35,3%). Заболевания желудочно-кишечного тракта диагностированы у 18,2% больных. Аллергические заболевания других органов и систем, такие как бронхиальная астма, аллергический ринит или конъюнктивит выявлены у 17,2% пациентов.

При опросе больных установлены возможные причины обострения кожного процесса. В группе детей с АтД алиментарный фактор провоцировал усиление высыпаний у 35,3% больных. У взрослых пациентов с АтД стрессовые ситуации провоцировали обострение кожного процесса в 36,4%, а у пациентов с экземой в 46,9% случаев. Простудные заболевания у детей с АтД провоцировали обострение в 11,8% случаев, у взрослых с АтД у 42,4%, у больных экземой в 40,6% случаев.

Оценка тяжести кожного процесса проводилась по индексу SCORAD, показатели варьировали от 11 до 67 баллов. Во всех исследуемых группах преобладал среднетяжелый кожный процесс (74,7% случаев). В группе экземы индекс SCORAD в среднем составил  $33,7 \pm 2,3$  балла несколько выше, чем в группе взрослых с АтД  $33,3 \pm 2,1$  баллов и детей с АтД  $32,6 \pm 2,2$  балла.

Проводилась оценка длительности обострений кожного процесса, в группе взрослых с АтД в среднем составила  $17,3 \pm 1,2$  дня, в группе детей с АтД  $14,3 \pm 1,9$  дня, в группе взрослых с экземой  $13,8 \pm 1,8$  дней.

У пациентов всех групп кожный процесс был в стадии обострения и носил распространенный характер, с площадью поражения более 10%. У взрослых пациентов с АтД отмечена преимущественно лихеноидная форма в 63,6%. В группе детей с АтД чаще выявлялась эритематозно-сквамозная форма (44,1% случаев) и эритематозно-сквамозная форма с лихенификацией (26,5% случаев). Всех больных беспокоил зуд различной степени выраженности, который оказывал влияние на качество сна и психоэмоциональное состояние больного.

Проводилась оценка качества жизни больных с аллергодерматозами (рис.1).

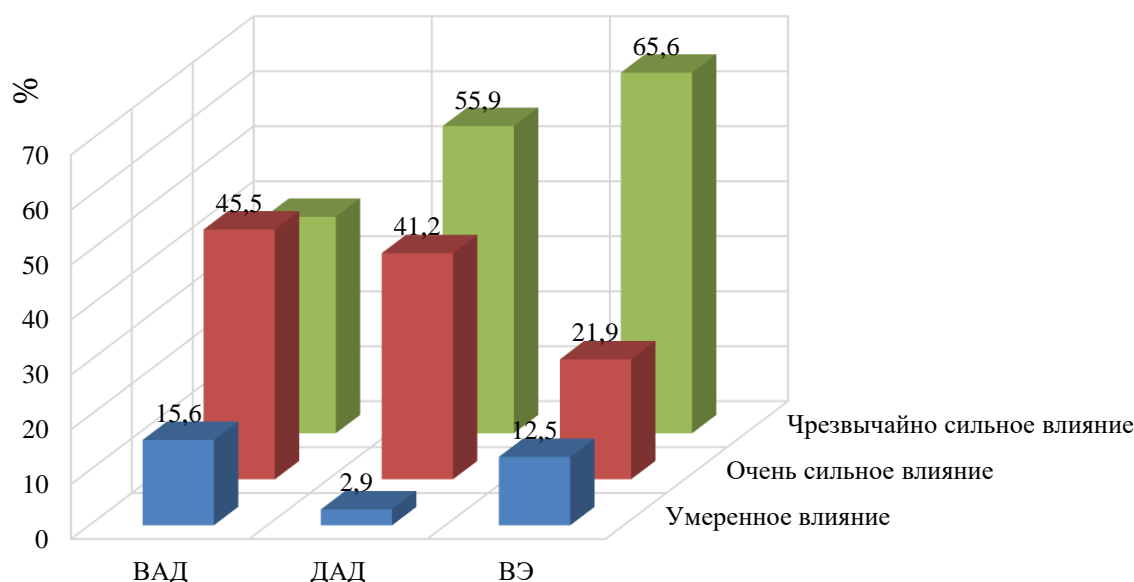


Рис.1 – Показатели индекса качества жизни в исследуемых группах

Чрезвычайно сильное влияние на качество жизни наиболее часто оказывала экзема – у 65,5% пациентов, и у детей с АтД 55,9% больных. Для взрослых пациентов с АтД кожный процесс оказывал очень сильное влияние на качество жизни в 45,5% случаев.

Проводился анализ предшествующего лечения и эффективность от проведенной терапии. Антигистаминные препараты I и II поколения назначались всем пациентам без исключения. Препаратами выбора для наружной терапии стали топические глюкокортикостероиды, топические ингибиторы кальциневрина использовали 34,3% больных. Эмоленты назначались всем пациентам с АтД, и только 75% пациентам с экземой.

Как правило, проводимая терапия приносила положительный терапевтический эффект, но периоды ремиссии были кратковременны. У большинства пациентов (41,4% случаев) ремиссия длилась от 1 до 3 месяцев.

### Обсуждение

При анализе данных Департамента мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения МЗ в Ханты-Мансийском автономном округе отмечено повышение количества больных atopическим дерматитом и экземой среди детей от 15 до 17 лет и взрослого населения [1].

Отягощенный семейный анамнез выявлен у 76,8% больных аллергодерматозами, со стороны обоих родителей в 7,1% случаев, что диктует необходимость проведения профилактических мероприятий для предупреждения развития аллергодерматозов у детей.

По коморбидности больных аллергодерматозами полученные данные показали высокий процент сочетания с болезнями органов дыхания и системой органов пищеварения. Этот факт необходимо учитывать, т.к. обострение сопутствующих заболеваний утяжеляет течение кожного процесса, и может явиться пусковым фактором в развитии аллергодерматозов.

Установлены возможные причины обострения аллергодерматозов, у детей с АтД превалировал алиментарный фактору 35,3%, у взрослых чаще триггерами становились стрессовые ситуации и простудные заболевания, что в целом не противоречит литературным данным. Важно устанавливать и учитывать триггерные факторы, в целях предупреждения и снижения тяжести последующих обострений кожного процесса.

Доказано, что аллергодерматозы оказывают чрезвычайно сильное и очень сильное влияние на качество жизни, что необходимо учитывать при ведении пациента, выделять группы пациентов, особенно нуждающихся в психологической поддержке.

### Заключение

В результате проведенного исследования выявлена нарастающая распространенность аллергодерматозов в старших возрастных группах, что диктует необходимость регионального мониторинга и контроля аллергологической заболеваемости. Выявленные характеристики клинического течения необходимо учитывать при назначении лечения и диспансерного наблюдения больных с atopическим дерматитом и экземой. Необходима оптимизация профилактических мероприятий у больных аллергодерматозами проживающих в неблагоприятных климатических условиях урбанизированного Севера.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

## Список литературы / References

1. Ресурсы и деятельность медицинских организаций дерматовенерологического профиля. Заболеваемость инфекциями, передаваемыми половым путем, заразными кожными болезнями и болезнями кожи за 2016-2017 годы. [Статистические материалы]. – Москва. – 2018 г. – 208 с.
2. Wollenberg A. Consensus-based European guidelines for treatment of atopic eczema (atopic dermatitis) in adults and children: part I / A. Wollenberg, S. Barbarot, T. Bieber et al. // J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol. – 2018. – № 32. – P. 657-682.
3. Кубанова А. А. Анализ состояния заболеваемости болезнями кожи и подкожной клетчатки в Российской Федерации за период 2003–2016 гг. / А. А. Кубанова, А. А. Кубанов, Л. Е. Мелехина и др. // Вестник дерматологии и венерологии. – 2017. – № 6. – С. 22–33.
4. Федеральные клинические рекомендации. Дерматовенерология 2015: Болезни кожи. Инфекции, передаваемые половым путем. – М.: Деловой экспресс, 2016. – 768 с.
5. Мурашкин Н. Н. Влияние климата на течение атопического дерматита и возможности терапевтической коррекции / Н. Н. Мурашкин, Р. В. Епишев, А. И. Материкин и др. // Вопросы современной педиатрии. – 2020. – № 19. – С. 18 – 23.
6. Яцина И. В. Влияние факторов окружающей среды промышленного города на формирование дерматологической заболеваемости детей / И. В. Яцина, Е. Н. Крючкова, И. Ю. Жадан // Гигиена и санитария. – 2018. – № 10. – С. 967-971.
7. Голикова О. А. Клинико – эпидемиологические особенности течения атопического дерматита у детей Республики Саха (Якутия): автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.08 / Голикова Оксана Афанасьевна. – Хабаровск, 2012. – 32 с.
8. Некипелова А. В. Иммуногенетические детерминанты у больных экземой в Хабаровском крае и способы коррекции / А. В. Некипелова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19. – № 11. – С. 75-80.
9. Рахимова У. Х. Клинико-иммунологическая характеристика атопического дерматита у детей в условиях жаркого климата / У. Х. Рахимова, Г. С. Мамаджанова, М. П. Носирова и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 4. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25045> (дата обращения: 25.02.2021).
10. Саркисян А. В. Влияние влажности воздуха и температурного режима на проявление атопического дерматита и месяц рождения, как фактор, предрасполагающий к аллергии / А. В. Саркисян // Медицинская наука Армении НАН РА. – 2017. – Т. LVII. № 2. – С. 59-64.

## Список литературы на английском языке / References in English

1. Resursy i dejatel'nost' medicinskih organizacij dermatovenerologicheskogo profilja. Zaboлеваemost' infekcijami, peredavaemymi polovym putem, zaraznymi kozhnymi boleznyami i boleznyami kozhi za 2016-2017 gody [Resources and activities of medical organizations of dermatovenerological profile. The incidence of sexually transmitted infections, infectious skin diseases and skin diseases in 2016-2017]: Statistical materials – Moscow. – 2018. – 208 p. [in Russian]
2. Wollenberg A. Consensus-based European guidelines for treatment of atopic eczema (atopic dermatitis) in adults and children: part I / A. Wollenberg, S. Barbarot, T. Bieber et al. // J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol. – 2018. – № 32. – P. 657-682.
3. Kubanova A. A. Analiz sostojanija zaboлеваemosti boleznyami kozhi i podkozhnoj kletchatki v Rossijskoj Federacii za period 2003–2016 gg. [Analysis of the incidence of diseases of the skin and subcutaneous tissue in the Russian Federation for the period 2003–2016] / A. A. Kubanova, A. A. Kubanov, L. E. Melehina et al. // Vestnik dermatologii i venerologii [Bulletin of dermatology and venereology]. – 2017. – № 6. – P. 22–33. [in Russian]
4. Federal'nye klinicheskie rekomendacii. Dermatovenerologija 2015: Bolezni kozhi. Infekcii, peredavaemye polovym putem [Federal clinical guidelines. Dermatovenereology 2015: Skin diseases. Sexually transmitted infections] – M.: Delovoj jekspress, 2016. – 768 p. [in Russian]
5. Murashkin N. N. Vlijanie klimata na techenie atopicheskogo dermatita i vozmozhnosti terapevticheskoy korrekcii [Influence of climate on the course of atopic dermatitis and the possibility of therapeutic correction] / N. N. Murashkin, R. V. Epishev, A. I. Materikin et al. // Voprosy sovremennoj pediatrii [Questions of modern pediatrics]. – 2020. – № 19. – P. 18 – 23. [in Russian]
6. Jacina I. V. Vlijanie faktorov okruzhajushhej sredy promyshlennogo goroda na formirovanie dermatologicheskoy zaboлеваemosti detej [Influence of environmental factors of an industrial city on the formation of dermatological morbidity in children] / I. V. Jacina, E. N. Krjuchkova, I. Ju. Zhadan // Gigiena i sanitarija [Hygiene and sanitation]. – 2018. – № 10. – P. 967-971. [in Russian]
7. Golikova O. A. Kliniko – jepidemiologicheskie osobennosti techenija atopicheskogo dermatita u detej Respubliki Saha (Jakutija) [Clinical and epidemiological features of the course of atopic dermatitis in children of the Republic of Sakha (Yakutia)]: author. dis. MD: 14.01.08 / Golikova Oksana Afanas'evna. – Habarovsk, 2012. – 32 p. [in Russian]
8. Nekipelova A. V. Immunogeneticheskie determinanty u bol'nyh jekzemoj v Habarovskom krae i sposoby korrekcii [Immunogenetic determinants in patients with eczema in the Khabarovsk Territory and methods of correction] / A. V. Nakipelova // Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke [Health and education in the XXI century]. – 2017. – Vol. 19. – № 11. – P. 75-80. [in Russian]
9. Rahimova U. H. Kliniko-immunologicheskaja harakteristika atopicheskogo dermatita u detej v uslovijah zharkogo klimata [Clinical and immunological characteristics of atopic dermatitis in children in hot climates] / U. H. Rahimova, G. S. Mamadzhanova, M. P. Nosirova et al. // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern problems of science and education]. – 2016. – № 4. [in Russian]
10. Sarkisjan A. V. Vlijanie vlazhnosti vozduha i temperaturnogo rezhima na pojavlenie atopicheskogo dermatita i mesjac rozhdenija, kak faktor, predraspolagajushhij k allergii [Influence of air humidity and temperature conditions on the manifestation of atopic dermatitis and month of birth as a factor predisposing to allergies] / A. V. Sarkisjan // Medicinskaja nauka Armenii NAN RA [Medical Science of Armenia NAS RA]. – 2017. – Vol. LVII. № 2. – P. 59-64. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.044>**КОМБИНИРОВАННАЯ ФАРМАКОТЕРАПИЯ ВАГИНИТОВ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ**

Научная статья

**Гомозов Г.Н.<sup>1</sup>, Волкова Т.С.<sup>2</sup>, Сорокина Ю.А.<sup>3,\*</sup>, Каткова Н.Ю.<sup>4</sup>, Копылова М.В.<sup>5</sup>, Занозина О.В.<sup>6</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-7660-9304;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-3353-8929;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0001-8430-237X;<sup>4</sup> ORCID: 0000-0002-6188-9769;<sup>6</sup> ORCID: 0000-0003-1830-3600;<sup>1-6</sup> Приволжский исследовательский медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Россия

\* Корреспондирующий автор (zwx[at]inbox.ru)

**Аннотация**

Дисбиотические состояния совместно с вагинитами различной этиологии во втором и третьем триместрах беременности являются одной из лидирующих причин преждевременных родов, а также невынашивания беременности и других осложнений. В настоящее время используется комбинированное средство тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг как одно из ведущих в России для терапии сочетанных поражений нижнего отдела генитального тракта в период беременности. В статье приведены уникальные данные по исследованию эффективности применения двух различных схем терапии кандидозного вульвовагинита и бактериального вагиноза у беременных женщин во втором и третьем триместре комбинированным средством (тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг).

**Ключевые слова:** комбинированное средство, дисбиотические состояния, вагиниты, тиоконазол, тинидазол.

**COMBINED PHARMACOTHERAPY OF VAGINITIS DURING PREGNANCY**

Research article

**Gomozov G.N.<sup>1</sup>, Volkova T.S.<sup>2</sup>, Sorokina Yu.A.<sup>3,\*</sup>, Katkova N.Yu.<sup>4</sup>, Kopylova M.V.<sup>5</sup>, Zanozina O.V.<sup>6</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-7660-9304;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-3353-8929;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0001-8430-237X;<sup>4</sup> ORCID: 0000-0002-6188-9769;<sup>6</sup> ORCID: 0000-0003-1830-3600;<sup>1-6</sup> Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

\* Corresponding author (zwx[at]inbox.ru)

**Abstract**

Dysbiotic conditions along with vaginitis of various etiologies in the second and third trimesters of pregnancy are one of the leading causes of premature birth, miscarriage, and other complications. Currently, the combined tioconazole 100 mg and tinidazole 150 mg are used as one of the leading drugs in Russia for the treatment of combined lesions of the lower genital tract during pregnancy. The article presents unique data on the study of the effectiveness of two different treatment regimens for candida vulvovaginitis and bacterial vaginosis in pregnant women in the second and third trimester with combined intake of tioconazole (100 mg) and tinidazole (150 mg).

**Keywords:** combined agent, dysbiotic conditions, vaginitis, tioconazole, tinidazole.

**Введение**

Важным иммунологическим барьером в организме женщины является слизистая оболочка половых путей, которая продуцирует слизистый секрет. Особое внимание уделяется pH вагинальной слизи (референсные значения - от 3,8 до 4,6), так как стойкое увеличение pH приводит к созданию оптимальной среды для условно-патогенной флоры, а также развитию воспалительной реакции [1]. Следует сказать, что во время беременности наиболее часто встречается сочетание бактериального вагиноза и аэробных вагинитов [2]. Инфекционный фактор признан одной из ведущих причин преждевременных родов и невынашивания беременности. На территории РФ к настоящему времени зарегистрировано более 50 топических лекарственных средств для лечения патологических вагинальных выделений при беременности. Однако большинство исследователей полагает, что при беременности наиболее эффективными являются комбинированные препараты, которые позволяют быстро и эффективно купировать симптомы заболевания, а также способствуют снижению риска акушерских осложнений [3], [4]. Комбинированные препараты относятся к группе лекарственных средств с доказанной эффективностью и широким диапазоном противопротозойного, антимикробного и фунгицидного действия [5].

В настоящее время одним из наиболее перспективных является комбинированный препарат, имеющий в составе тинидазол и тиоконазол [6]. Тинидазол оказывает противопротозойное и противомикробное действие, а тиоконазол является фунгицидным компонентом с бактерицидной активностью [7]. В имеющейся инструкции к лекарственному средству прописаны два режима использования препарата во втором и третьем триместрах беременности: короткая схема (по 1 свече 2 раза в день интравагинально в течение трёх дней) и длинная схема (по 1 свече во влагалище на ночь 7 дней). С нашей точки зрения целесообразно явилось проведение исследования по оценке клинико-лабораторной эффективности применения различных схем терапии сочетанного поражения нижнего отдела генитального тракта у беременных во втором и третьем триместрах комбинированным препаратом, содержащим тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг [8], [9].

### Методы и принципы исследования

В исследовании приняли участие 65 пациенток в возрасте от 18 до 42 лет с клиническими проявлениями кандидозного вульвовагинита и бактериального вагиноза во втором и третьем триместрах беременности. Критериями исключения являлись: инфекции, передаваемые половым путём (гонорея, хламидиоз и др.); наличие больших акушерских синдромов (преэклампсия, невынашивание, плацентарная недостаточность); алкоголизм и наркомания; туберкулёз; индивидуальная непереносимость компонентов препарата [10]. Перед исследованием все пациентки - подписали добровольное информированное согласие.

Пациенток разделили на две группы. В первую группу вошли 35 беременных женщин с впервые выявленным во время второго или третьего триместра бактериальным вагинозом или его сочетанием с кандидозным вульвовагинитом. Вторую группу составили 30 пациенток с рецидивирующим сочетанным процессом во влагалище. В зависимости от дальнейшего разделения на режимы терапии группы разделили на две подгруппы: с использованием короткой и длинной схем лечения.

Эффективность терапии определялась по выраженным и лабораторным показателям. Оценивалась выраженность и степень изменений субъективных жалоб пациенток, таких как зуд и жжение, а также объём и качество влагалищных выделений. Клинико-лабораторное улучшение определялось при гинекологическом осмотре (отёк слизистой влагалища, гиперемия), а также по уровню pH. Качественный и количественный состав влагалищной микрофлоры проводился с помощью микроскопии влагалищных мазков, а также с использованием тест-системы «Фемофлор Скрин».

### Основные результаты

При оценке результатов лечения было выявлено, что в обеих группах к четвертому дню терапии у всех пациенток заметно снизился объём влагалищных выделений, изменился их характер, купировались явления диспареунии, заметно уменьшились зуд и жжение. Исследуемое комбинированное средство, содержащее тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг, оказалось эффективным для уменьшения признаков инфекционно-воспалительных поражений нижнего отдела генитального тракта у беременных как с впервые возникшими процессами, так и с повторяющимися. На десятый день наблюдения среди женщин первой группы (с впервые возникшими заболеваниями нижнего отдела генитального тракта) клинически здоровыми себя считали 34 из 35 женщин (97,1%), а во второй группе – 28 из 30 пациенток (93,3%). При гинекологическом осмотре отек слизистой и гиперемия обнаружены у 2 из 35 (5,7%) беременных первой группы и у 3 из 30 (10%) женщин с рецидивирующими воспалительными процессами во влагалище. В обеих группах отмечено уменьшение бактериальной массы до нормальных значений.

### Обсуждение

Анализ полученных данных показал, что в первой группе 3- и 7-дневное лечение было эффективным. Так, после окончания лечения жалобы сохранялись у 1 (5,8%) пациентки из 17, получавшей трехдневный курс терапии комбинированным средством, содержащим тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг, и у 1 из 18 (5,5%) женщин, которая использовала 7-дневную терапию.

У беременных с рецидивирующим бактериальным вагинозом в сочетании с кандидозной инфекцией наибольший терапевтический эффект имела продолжительная схема. После применения семидневного курса комбинированного средства, содержащего тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг, жалобы на выделения и зуд сохранялись только у 1 из 15 пациенток (6,6%). После трехдневного использования препарата 2 из 15 (13,3%) беременных отмечали патологические выделения и зуд вульвы. Следует отметить, что у беременных, использующих семидневный курс терапии, наблюдалось снижение общей бактериальной массы до 7,4 (1,2) Log, а среди пациенток после трехдневного применения изучаемого лекарственного средства она достигла 8,2 (1,7) Log, что является верхней границей нормы. Что касается уменьшения концентрации аэробной и анаэробной флоры, то по этим показателям наблюдалась такая же тенденция: в подгруппе пациенток, использующих «короткую схему», количество указанной флоры снизилось до 3,9 (1,5) Log, в то время как при применении продолжительного курса терапии оно оказалось равным 2,4 (0,6) Log.

Нормализация показателей влагалищного биоценоза после применения 7-дневной схемы во второй группе привела к стойкому нормальному уровню pH, который сохранялся в течение 6 недель наблюдения и составил 3,9 (0,3). При использовании трехдневной терапии он оказался равным 4,5 (0,2).

Именно низкий pH и быстрое восстановление лактофлоры после семидневного применения комбинированного средства, содержащего тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг, позволило беременным второй группы снизить количество рецидивов вагинита в течение шести недель. Так, в наших наблюдениях оказалось, что только у 1 из 15 (6,6 %) женщин отмечен повторный случай вагинита, в то время как после трехдневного лечения у 3 из 15 беременных (20%) возник рецидив.

### Заключение

Полученные данные позволяют говорить об эффективности обеих схем (и короткой, и длинной) применения комбинированного средства, содержащего тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг при впервые возникшем дисбиозе и вульвовагинальном кандидозе у беременных во втором и третьем триместрах. Таким образом, учитывая целесообразность и эффективность, а также снижение лекарственной нагрузки во время беременности, необходимо отдавать предпочтение короткой схеме лечения. При повторном воспалительном и дисбиотическом поражении влагалища у пациенток во втором и третьем триместрах беременности более правильно назначать семидневный курс терапии комбинированным средством, содержащим тиоконазол 100 мг и тинидазол 150 мг, так как именно в этой подгруппе мы наблюдали снижение частоты рецидивов.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Список литературы / References**

1. Кедрова А.Г. Стратегия диагностики лечения вульвовагинальных болезней / А.Г. Кедрова, С.А. Леваков, С.Э. Красильников и др. М.: НП Русмедикал групп- 2015. - 56 с.
2. Cagayan S. Randomized, single-blinded comparison of efficacy, safety and tolerability of metronidazole 750mg-miconazole 200mg vaginal suppository vs. metronidazole 500mg-nystatin 100,000 IU vaginal suppository in the treatment of bacterial vaginosis, vulvovaginal candidiasis, trichomoniasis, and mixed vaginal infections / S. Cagayan, S. Bravo, A. Fallarme et al. // Philippine Journal of Obstetrics and Gynecology(PJOG).2015; 39(3): 14-21.
3. Карапетян Т.Э. Возможности лечения оппортунистических инфекций влагалища во время беременности / Т.Э. Карапетян, В.В. Муравьева, А.С. Анкирская и др. // Гинекология. - 2017. - Т. 19. - №6. - С. 11-15.
4. Zion S.R. Mindsets Matter: A new framework for harnessing the placebo effect in modern medicine / S.R. Zion, A.J. Crum // Int. Rev. Neurobiol. 2018; 138: 137-60. DOI: 10.1016/bs.irn.2018.02.002.
5. Кузьмин В.Н. Практические аспекты лечения неспецифических и кандидозных вульвовагинитов у женщин во время беременности / В.Н. Кузьмин // Гинекология-2019. - Т.11. - № 2, с.3 -6.
6. Бадикова Н.С. Эффективная и безопасная монотерапия интравагинальными суппозиториями Гайномакс и Вагинорм С / Н.С. Бадикова, Е.Ф. Кира // Медицинский вестник Юга России. 2014; 2: 30-33.
7. Зайдиева Е.С. Особенности микробиоты влагалища и пути коррекции её нарушений при доношенной беременности / Е.С. Зайдиева, М.К. Меджидова // Медицинский совет - 2020. - №3, с.38-43.
8. Каткова Н.Ю. Лечение вагинитов при беременности / Н.Ю. Каткова, О.И. Гусева, О.В. Качалина и др. // Акушерство и гинекология. - 2020. - №4, с.190-194.
9. Торшин И.Ю. Эффективность и безопасность комбинации тинидазола и тиоконазола в лечении вагинальных инфекций / И.Ю. Торшин, И.А. Аполихина, И.И. Баранов и др. // Акушерство и гинекология-2020.-№4, с. 214-222.
10. Торшин И.Ю. Метрический анализ данных по взаимосвязям между показателями микронутриентной обеспеченности и состоянием здоровья женщин 18–45 лет / И.Ю. Торшин, О.А. Лиманова, О.А. Громова и др. // Медицинский алфавит. 2018; 2(21): 10-2.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Kedrova A. G. Strategija diagnostiki lechenija vul'vovaginal'nyh boleznej [Strategy of diagnostics of treatment of vulvovaginal diseases] / A. G. Kedrova, S. A. Levakov, S. E. Krasilnikov et al. M.: NP Rusmedikal group-2015. - 56 p. [in Russian]
2. Cagayan S. Randomized, single-blinded comparison of efficacy, safety and tolerability of metronidazole 750mg-miconazole 200mg vaginal suppository vs. metronidazole 500mg-nystatin 100,000 IU vaginal suppository in the treatment of bacterial vaginosis, vulvovaginal candidiasis, trichomoniasis, and mixed vaginal infections / S. Cagayan, S. Bravo, A. Fallarme et al. // Philippine Journal of Obstetrics and Gynecology(PJOG).2015; 39(3): 14-21.
3. Karapetyan T. E. Vozmozhnosti lechenija opportunisticheskikh infekcij vlagalishha vo vremja beremennosti [Possibilities of treatment of opportunistic infections of the vagina during pregnancy] / T. E. Karapetyan, V. V. Muravyeva, A. S. Ankirskaya et al. // Gynecology. - 2017. - Vol. 19. - No. 6. - P. 11-15. [in Russian]
4. Zion S. R. Mindsets Matter: A new framework for harnessing the placebo effect in modern medicine / S. R. Zion, A. J. Crum // Int. Rev. Neurobiol. 2018; 138: 137-60. DOI: 10.1016/bs.irn.2018.02.002.
5. Kuzmin V. N. Prakticheskie aspekty lechenija nespecificheskikh i kandidoznyh vul'vovaginitov u zhenshhin vo vremja beremennosti [Practical aspects of treatment of nonspecific and candidal vulvovaginitis in women during pregnancy] / V. N. Kuzmin // Ginekologija [Gynaecology]. - 2019. - Vol. 11. - No. 2, pp. 3 -6. [in Russian]
6. Badikova N. S. Jefferktivnaja i bezopasnaja monoterapija intravaginal'nyimi suppozitorijami Gajnomaks i Vaginorm S [Effective and safe monotherapy with intravaginal suppositories Gainomax and Vaginorm S] / N. S. Badikova, E. F. Kira // Medicinskij vestnik Juga Rossii [Medical Bulletin of the South of Russia]. 2014; 2: 30-33. [in Russian]
7. Zaidieva E. S. Osobennosti mikrobioty vlagalishha i puti korrekcii ejo narushenij pri donoshennoj beremennosti [Features of the vaginal microbiota and ways to correct its disorders in full-term pregnancy] / E. S. Zaidieva, M. K. Medzhidova // Medicinskij sovet [Medical Council]. - 2020. - No. 3, p. 38-43. [in Russian]
8. Katkova N. Yu. Lechenie vaginitov pri beremennosti [Treatment of vaginitis during pregnancy] / N. Yu. Katkova, O. I. Guseva, O. V. Kachalina et al. // Akusherstvo i ginekologija [Obstetrics and gynecology]. - 2020. - No. 4, p. 190-194. [in Russian]
9. Torshin I. Y. Jefferktivnost' i bezopasnost' kombinacii tinidazola i tiokonazola v lechenii vaginal'nyh infekcij [Efficacy and safety of a combination of tinidazole and tioconazole in the treatment of vaginal infections] / Torshin I. Yu., Apolikhina I. A., I. I. Baranov et al. // Akusherstvo i ginekologija [Obstetrics and gynecology]. - 2020.-№4, p. 214-222. [in Russian]
10. Torshin I. Yu. Metricheskij analiz dannyh po vzaimosvjazjam mezhdu pokazateljami mikronutrientnoj obespechennosti i sostojaniem zdorov'ja zhenshhin 18–45 let [Metric analysis of data on the relationship between indicators of micronutrient status and health of women 18-45 years] / Torshin I. Yu., O. A. Limanowa, O. A. Gromova, et al. // Medicinskij alfavit [Medical alphabet]. 2018; 2(21): 10-2. [in Russian]



DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.045>**СИНДРОМ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ В РЕГИОНЕ (АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ)**

Научная статья

**Гажва С.И.<sup>1</sup>, Киртаева А.В.<sup>2</sup> \***<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-0081-4306;<sup>1, 2</sup> Приволжский исследовательский медицинский университет» МЗ РФ, г. Нижний Новгород, Россия

\* Корреспондирующий автор (iveti01062[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье представлен обзор статистических данных по алкоголизму во всем мире, Российской Федерации и Чувашской Республике. Вредное употребление алкоголя в мире является причиной смерти от 2 до 8 млн. человек (от 228 до 913 смертей в час). Благодаря действенным мерам ВОЗ, в т.ч. и Российской Федерацией, в сфере профилактики и уменьшения потребления алкоголя за последнее десятилетие потребление алкоголя в нашей стране снизилось с 18 до 9,3 литров на человека в год. По оценкам ВОЗ, уровень потребления чистого алкоголя, опасный для здоровья, составляет 8 литров на человека в год. В Чувашской Республике уровень отравлений от спиртосодержащей продукции по сравнению с общероссийскими показателями превышен в 2 раза, в том числе с летальным исходом. Последнее требует разработку новых действенных мер и межведомственного взаимодействия для снижения отрицательных социальных и медицинских последствий употребления алкоголя.

**Ключевые слова:** алкоголь, синдром зависимости от алкоголя, статистика по употреблению алкоголя.

**ALCOHOL DEPENDENCE SYNDROME IN A REGION (AN ANALYSIS OF THE PROBLEM)**

Research article

**Gazhva S.I.<sup>1</sup>, Kirtaeva A.V.<sup>2</sup> \***<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-0081-4306;<sup>1, 2</sup> Privolzhsky Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russia

\* Corresponding author (iveti01062[at]mail.ru)

**Abstract**

The article presents an overview of statistical data on alcoholism in the Chuvash Republic, the Russian Federation, and worldwide. Harmful use of alcohol is the cause of death of 2 to 8 million people (from 228 to 913 deaths per hour) across the globe. As a result of effective measures of WHO and the Russian Federation in the field of prevention and reduction of alcohol consumption over the past decade, alcohol consumption in the country has decreased from 18 to 9.3 liters per person per year. According to WHO estimates, the level of consumption of pure alcohol that is considered dangerous to health, is 8 liters per person per year. In the Chuvash Republic, the level of poisoning from alcohol products, including fatal outcomes, is exceeded by 2 times in comparison with the indicators in the Russian Federation as a whole. The latter requires the development of new and effective measures and interagency cooperation to reduce the negative social and medical consequences of alcohol consumption.

**Keywords:** alcohol, alcohol dependence syndrome, alcohol consumption statistics.

Синдром зависимости от алкоголя чрезвычайно распространенная патология во всем мире и в нашей стране. Так, по данным ВОЗ, более 200 различных заболеваний и травм связаны с употреблением алкоголя [1], [2], [3]. Это психические и поведенческие расстройства, в т.ч. алкогольная зависимость, а также различные неинфекционные заболевания: цирроз печени, сердечно-сосудистые заболевания, некоторые виды рака, а также различные травмы в результате дорожно-транспортных аварий, суицидальных попыток и насилия [4], [5], [6], [7].

По данным Degenhardt et al. 2018 г., во всем мире причиной смерти от 2 до 8 млн. человек (от 228 до 913 смертей в час) стало вредное употребление алкоголя, что составляет 5,3% всех случаев смерти. Из них 13,5% всех случаев смерти происходят в возрастной категории 20–39 лет, что, несомненно, наносит огромный социальный, медицинский и экономический ущерб как для отдельного человека, так и для страны в целом [7].

При этом мужчины страдают алкогольной зависимостью гораздо чаще. Так, среди мужчин доля случаев смерти в мире, обусловленных алкоголем, составляет 7,7%, среди женщин – 2,6% [7]. По заболеваемости соотношение женщин и мужчин 1:6. Необходимо отметить, что течение данного заболевания у женщин более неблагоприятное. Так, употребление алкоголя беременной женщиной может приводить к осложненным преждевременным родам, а также различным аномалиям развития [10].

Если рассматривать проблему алкогольной зависимости с позиции лет, утраченных в результате инвалидности (DALY), то одним из причинных факторов в 5,1% всех заболеваний и травм в мире является алкоголь. Данный показатель (DALY) включает эквивалентные годы «здоровой» жизни, потерянные по причине преждевременной смерти или инвалидности. Данный показатель рассчитывается как сумма потерянных лет жизни вследствие преждевременной смертности (YLL) и вследствие инвалидности (YLD). На потерянные годы здоровой жизни из-за употребления алкоголя приходится около 99,2 млн лет жизни (DALY), из них 82 млн лет утрачены вследствие преждевременной смертности (YLL), а 17,2 млн – вследствие инвалидности (YLD) [8], [9].

Наибольшие показатели смертности, связанные с алкоголем, в 2016 г. отмечались в Восточной Европе – более 10 млн случаев (4245,6 на 100 тыс.), повлекшие 12,3 млн утраченных лет жизни – DALY (4730,9 на 100 тыс., или 13,8% мирового бремени). Данный показатель в 2,5 раза больше, чем в Западной Европе (1921,8 и 6,3% соответственно) и в 4,5 раза, чем в Северной Америке (1139,3 и 4,5%) [5], [9]. Глобальное бремя заболеваний, вызванных алкоголем, в

2016 г. в мире составило 40,4 случаев на 100 тыс. населения, в Российской Федерации данный показатель в 3 раза выше – 119,3 на 100 тыс. населения, по данным DALY также разница трехкратная 1352,0 и 4942,7 соответственно.

Таблица 1 – Показатели смертности и DALY, связанные с алкоголем, в 2016 г. во всем мире и Российской Федерации, на 100 тыс. населения

Показатель	Общемировой показатель	Россия
Уровень смертности	40,4	119,3
Показатель DALY	1352,0	4942,7
Показатель YLD (в результате инвалидности)	231,9	638,1
Показатель YLL (в результате преждевременной смертности)	1120,1	4304,6

ВОЗ, в т.ч. и Российской Федерацией, до 2020 г. разработана программа по снижению уровня потребления алкоголя населением, в которой основные приоритеты отданы формированию общественной политики и мониторингу мер, направленных на сокращение вредного употребления алкоголя: организация и формирование мер в отношении управления транспортными средствами в состоянии алкогольного опьянения; ограничение доступа к алкоголю, особенно в отношении молодых людей; увеличение налогообложения и регулирование ценообразования; организация социального маркетинга в отношении формирования здорового образа жизни; обеспечение доступного и недорогого лечения для людей, употребляющих алкоголь; а также осуществление программ скрининга и мер краткосрочного вмешательства в отношении вредного употребления алкоголя [1], [7], [11].

Благодаря этим мерам обстановка в стране по данному направлению начала стабилизироваться. Так, по данным Минздрава, в последние годы потребление спиртного в России снижается (почти вдвое за период 2011–2018 гг. – с 18 до 9,3 литров на человека в год). По данным ВОЗ, опасный для здоровья уровень потребления спиртного составляет 8 литров на человека в год. Однако истинную распространенность злоупотребления алкоголем в стране оценить сложно и, как правило, анализируется лишь по косвенным показателям. Это и уровень продаваемого алкоголя, количество госпитализированных по поводу алкоголизма и алкогольных психозов, и состоящих на учете по данному поводу, а также экстренных извещений по поводу отравлений спиртосодержащей продукцией. Кроме того, не учитывается домашнее производство спиртных напитков, а также потребление нелегальной алкогольной продукции и суррогатов.

По данным Роспотребнадзора, алкоголь в России продолжает оставаться одной из главных причин отравлений. За период с 2013 по 2018 гг. в Российской Федерации произошло 297 467 случаев острых отравлений спиртосодержащей продукцией, из них почти каждый третий с летальным исходом – 78 252 случая (26,3 %).

Основными причинами острых отравлений от спиртосодержащей продукции являются: острые отравления этанолом, спиртом неутонченным (денатуратом, одеколоном и парфюмерными изделиями, стеклоочистителями, суррогатами алкоголя, техническим спиртом, тормозной жидкостью, тосолом, этиленгликолем), другими спиртами, метанолом, 2-пропанолом, сивушным маслом. Ведущее место занимают отравления этанолом [12], [13].

Среди 85 субъектов Российской Федерации по уровню показателя острых отравлений спиртосодержащей продукцией Чувашская Республика находится на 6 позиции, здесь острые отравления, в том числе с летальным исходом выше среднероссийских показателей почти в 2 раза. За 2018 г. количество отравлений спиртосодержащей продукцией в РФ составило 35,5 случаев на 100 тыс. населения (в 2017 г. – 32, в 2015 г. – 34,6). В Приволжском Федеральном округе – 31,5 случаев на 100 тыс. населения. В Чувашской Республике данный показатель находился на уровне 64,1 на 100 тыс. населения (в 2017 г. – 75,6; в 2015 г. – 107,4 случаев на 100 тыс. населения), см. рисунок 1. При этом преобладали мужчины – 80,35%.

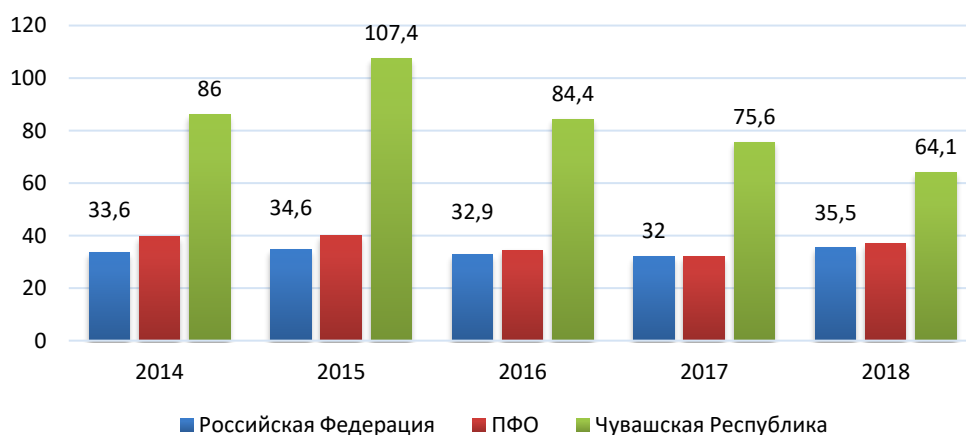


Рис. 1 – Динамика отравлений спиртосодержащей продукцией в Российской Федерации, ПФО и Чувашской Республике на 100 тыс. населения

На фоне общего снижения уровня отравлений спиртосодержащей продукцией настораживает тот момент, что растет потребление спиртного подростками, и, как результат, отравления, что само по себе влечет за собой резко негативные последствия как для дальнейшей работоспособности, так и воспроизводства здорового потомства и



возможности зачатия в целом. Так, начиная с 2016 г., в Чувашской Республике данный показатель среди подростков (14–17 лет) начал расти с 28,2 случаев на 100 тыс. населения в 2016 г. до 39,7 случаев в 2018 г. (см. рисунок 2).

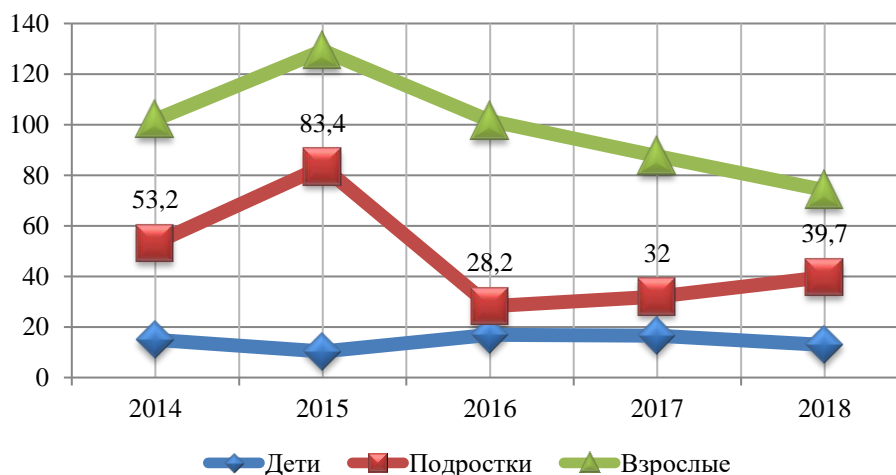


Рис. 2 – Динамика отравлений спиртосодержащей продукцией в Чувашской Республике среди взрослых, подростков и детей на 100 тыс. населения

Наиболее неблагоприятными районами Чувашской Республики по острым отравлениям спиртосодержащей продукции являются: Козловский и Красноармейские районы – 153,1 и 127,9 случаев на 100 тыс. населения соответственно, а также г.Чебоксары – 97,8 и Красночетайский район – 78,8 случаев на 100 тыс. населения. К повышенной вероятности эпидемиологического риска отравлений спиртосодержащей продукцией, при расчете соответствующего коэффициента, по данным Роспотребнадзора, за многолетний период наблюдений относятся Козловский и Красноармейский районы, а также г. Чебоксары и г. Канаш.

Необходимо отметить, что в структуре спиртосодержащей продукции этанол составляет 63,2%.

Изучая динамику смертности от отравлений спиртосодержащей продукцией необходимо отметить, что уровень смертности в Чувашской Республике так же, как и общих отравлений за период 2014–2018 гг. превышает в 2 раза по сравнению со среднероссийскими показателями. Так, за 2017 г. показатель смертности от отравлений спиртосодержащей продукции в Чувашской Республике составлял 17,2, в Российской Федерации в среднем 8,2 случаев на 100 тыс. населения. В 2018 г. 14,3 и 7,8 случаев на 100 тыс. населения соответственно (см. рисунок 3), по Приволжскому Федеральному округу – 9,7 случаев на 100 тыс. населения (по Чувашской Республике превышение показателя в 1,6 раза).

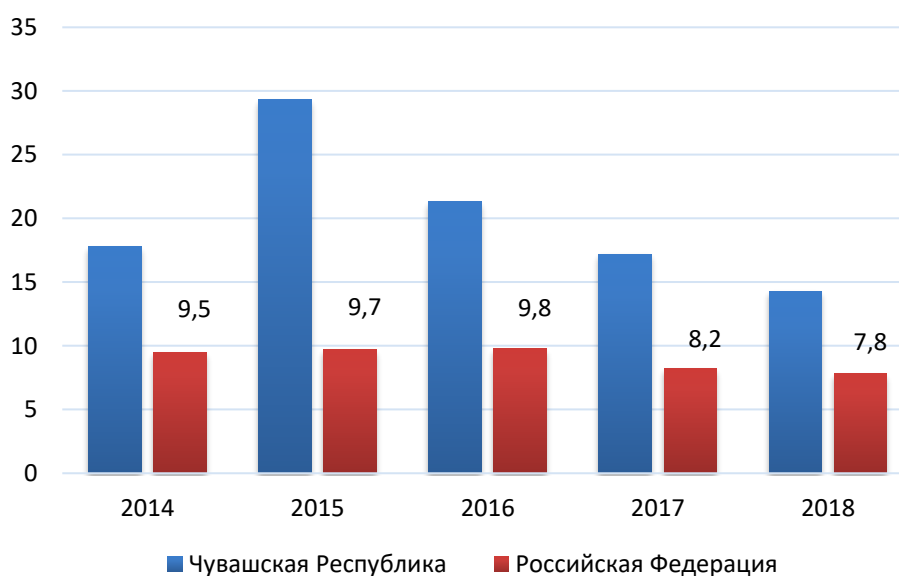


Рис. 3 – Динамика смертности спиртосодержащей продукцией в Российской Федерации и Чувашской Республике на 100 тыс. населения

При этом умирает как в среднем по стране, так и в Чувашии каждый 5 из общего количества отравившихся (22,3%).

Среди районов Чувашской Республики максимальные показатели смертности от острых отравлений спиртосодержащей продукцией наблюдались в Красночетайском, Шумерлинском, Канашском, Чебоксарском, Козловском и Ядринском районах (превышение среднереспубликанского показателя в 1,5 и более раза).

Одной из причин высокого уровня показателей отравлений и, соответственно, смертности по данной причине рассматриваются генетические особенности у разных человеческих рас – с низкой активностью фермента, расщепляющего алкоголь и его метаболитов (в т.ч. ацетальдегид) – альдегиддегидрогеназы или носители мутации гена, кодирующего этот фермент ALDH2. При этом накопление ацетальдегида происходит из-за накопления его неактивной формы вследствие полиморфизма альдегиддегидрогеназы (2ALDH2\*504Iys) [14]. Таких людей в мире от 5 до 20%. К подобным народностям относят североамериканские индейцы, некоторые азиатские народы и чуваш. Вследствие чего, привыкание к крепким напиткам происходит быстрее и склонность к алкоголизму возрастает и, соответственно, необходима меньшая доза спиртосодержащей продукции для получения отравления вплоть до летального исхода.

В Чувашской Республике, при изучении структуры смертности от отдельных причин, обусловленных употреблением алкоголя, на первом месте стоит алкогольная кардиомиопатия, на втором – случайное отравление алкоголем, на третьем – алкогольная болезнь печени, это так называемые «алкоголь-ассоциированные поражения органов и систем», которые, несомненно, скрывают истинную статистику. И последствиями, в большинстве случаев, при выявлении различных заболеваний, занимаются не только профильные врачи психиатры-наркологи, но и врачи общих и узких профилей и специальностей, что отражено и в данных литературы [1], [16].

Последнее широко продекларировано, однако не разработаны механизмы междисциплинарного взаимодействия с учетом региональных особенностей. Эффективная работа данного взаимодействия, несомненно, позволит снизить отрицательные медицинские, социальные и экономические последствия чрезмерного употребления алкоголя.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Список литературы / References

1. Барановский Н.А. Проблема пьянства и алкоголизма в социологическом измерении / А.Н. Барановский, С.И. Осипчик, Е.В. Пилипенко // Социологический альманах. – 2016. – №7. – С.84–92.
2. Probst Ch. Socioeconomic differences in alcoholattributable mortality compared with all-cause mortality: a systematic review and metaanalysis arlotte // Ch. Probst, M. Roerecke, S. Behrendt, et al. // International Journal of Epidemiology. – 2014. – Vol. 43(4). – P.1314–1327. doi:10.1093/ij/043.
3. Гажва С.И. Распространенность стоматологических заболеваний слизистой оболочки полости рта и их диагностика / С.И. Гажва, Т.Б. Степанян, Т.П. Горячева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – №5(1). – С.41–44.
4. Орлова А.В. Смертность от дорожно-транспортных происшествий. Медико-демографические, социально-экономические и организационно-управленческие аспекты (на примере Чувашской Республики): дис. ... канд. мед. наук : 14.02.03 : защищена 29.12.2012 : утв. 30.06.2013 / Орлова Алёна Владиславовна. – Казань, 2012. – 143 с.
5. Шматова Ю.Е. Экономическая и статистическая оценка проблемы алкогольной зависимости в России (региональный аспект) / Ю.Е. Шматова // Society and Security Insights. – 2019. – №3. – С.64–79.
6. Rehm J. The relation between different dimensions of alcohol consumption and burden of disease: an update / Rehm J., Gmel G.E. Sr., Gmel G., et al. // Addiction. – 2017. –Vol.112. – P. 968–1001.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад : офиц. текст. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.
8. Gray C. Mixed up: alcohol and society / C. Gray // The Lancet psychiatry. –2018. – №5(12) – P. 970. doi: 10.1016/S22150366(18)30432–2.
9. Degenhardt L. The global burden of disease attributable to alcohol and drug use in 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. / L. Degenhardt, F. Charlson, A.Ferrari et al. // The Lancet psychiatry. – 2018. – №5. – С. 987–1012.
10. Филиппова С.Н. Алкоголизм: полифакторный детерминатор рисков для здоровья и качества жизни населения Российской Федерации. С.Н. Филиппова, Э.В. Переверзева, Р.Г. Федина // Вестник РМАТ. – 2017. – №2. –С.129–141.
11. Росалкогольрегулирование. Федеральная служба по регулированию алкогольного рынка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fsrar.ru> (дата обращения: 06.12.2019).
12. Литвинова О.С. Токсикологический мониторинг причин острых отравлений химической этиологии в Российской Федерации / О.С. Литвинова, М.В. Клиновская // Токсикологический вестник. – 2017. – №1. – С.5–9.
13. Регионы России. Социально-экономические показатели 2018: статистический сборник. Росстат: офиц. текст. – М., – 2018. – 1162с.
14. Боринская С.А. Генетика и геномика человека. Популяции и этносы в пространстве времени: эволюционные и медицинские аспекты / С.А. Боринская, Н.К. Янковский // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т.17. – №4/2 –С.930–942.
15. Adams K. Adverse reactions to alcohol and alcoholic beverages / K. Adams, T.Rans // Ann Allergy Asthma Immunol. – 2013. –№.111. – С.439–445.
16. Ахрамейко А.В. Современные аспекты лечения алкоголизма / А.В. Ахрамейко // Молодой ученый. – 2015. – №19. – С.255–259.
17. Гладкий Ю.Н. Гуманитарно-географические аспекты алкоголизма в России: внешние причины смерти и культура потребления спиртного / Ю.Н. Гладкий, Е.В. Байкова // Гуманитарный вектор. – 2018. – №2(13) –С.142–151.

## Список литературы на английском языке / References in English

1. Baranovskij N.A. Problema p'yanstva i alkogolizma v sociologicheskom izmerenii [The problem of drunkenness and alcoholism in the sociological dimension] / A.N. Baranovskij, S.I. Osipchik, E.V. Pilipenko // Sociologicheskij al'manah [Социологический альманах]. – 2016. – №7. – P.84–92 [in Russian].
2. Probst Ch. Socioeconomic differences in alcoholattributable mortality compared with all-cause mortality: a systematic review and metaanalysis arlotte // Ch. Probst, M. Roerecke, S. Behrendt, Ju. Rehm // International Journal of Epidemiology. – 2014. – Vol. 43(4). – P.1314–1327. DOI:10.1093/ij/043.
3. Gazhva S.I. Rasprostranennost' stomatologicheskikh zabolevanij slizistoj obolochki polosti rta i ih diagnostika [The prevalence of dental diseases of the oral mucosa and their diagnosis] / C.I. Gazhva, T.B. Stepanyan, T.P. Goryacheva // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij [International Journal of Applied and Fundamental Research]. – 2014. – №5(1). – P.41–44 [in Russian].
4. Orlova A.V. Smernost' ot dorozhno-transportnyh proisshestvij. Mediko-demograficheskie, social'no-ekonomicheskie i organizacionno-upravlencheskie aspekty (na primere CHuvashskoj Respubliki) [Mortality from road accidents. Medical-demographic, socio-economic, organizational and managerial aspects (on the example of the Chuvash Republic)]: dis. ... of PhD MD: 14.02.03 : defense of the thesis 29.12.2012 : approved 30.06.2013 / Orlova Alyona Vladislavovna. – Kazan, 2012. – 143 p [in Russian].
5. SHmatova YU.E. Ekonomicheskaya i statisticheskaya ocenka problemy alkogol'noj zavisimosti v Rossii (regional'nyj aspekt) [Economic and statistical Assessment of the problem of alcohol dependence in Russia (regional aspect)] / YU.E. SHmatova // Society and Security Insights. – 2019. – №3. – P.64–79 [in Russian].
6. Rehm J. The relation between different dimensions of alcohol consumption and burden of disease: an update / Rehm J., Gmel G.E. Sr., Gmel G., et al. // Addiction. – 2017. – Vol.112. – P. 968–1001.
7. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossijskoj Federacii v 2018 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2018: State Report]: official text. – M.: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelej i blagopoluchiya cheloveka, 2019. – 254 p [in Russian].
8. Gray C. Mixed up: alcohol and society / C. Gray // The Lancet psychiatry. –2018. – №5(12) – P. 970. DOI: 10.1016/S22150366(18)30432–2.
9. Degenhardt L. The global burden of disease attributable to alcohol and drug use in 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. / L. Degenhardt, F. Charlson, A.Ferrari et al. // The Lancet psychiatry. – 2018. – №5. – P. 987–1012.
10. Filippova S.N. Alkogolizm: polifaktornyj determinator riskov dlya zdorov'ya i kachestva zhizni naseleniya Rossijskoj Federacii [Alcoholism: a multi-factor determinant of risks to the health and quality of life of the population of the Russian Federation] / S.N. Filippova, E.V. Pereverzeva, R.G. Fedina // Vestnik RMAT [Bulletin of the RMAT]. – 2017. – №2. –P.129–141 [in Russian].
11. Rosalkogol'regulirovanie. Federal'naya sluzhba po regulirovaniyu alkogol'nogo rynka [Identified. Federal Service for Alcohol Market Regulation] [Electronic resource]. <http://www.fsrar.ru> (accessed: 06.12.2019) [in Russian].
12. Litvinova O.S. Toksikologicheskij monitoring prichin ostryh otravlenij himicheskoy etiologii v Rossijskoj Federacii [Toxicological monitoring of the causes of acute chemical poisoning in the Russian Federation] / O.S. Litvinova, M.V. Klinovskaya // Toksikologicheskij vestnik [Toxicological Bulletin]. – 2017. – №1. – P.5–9 [in Russian].
13. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli 2018: statisticheskij sbornik. Rosstat [Regions of Russia. Socio-economic indicators 2018: statistical collection. Rosstat]: official. text. – M., – 2018. – 1162p. [in Russian].
14. Borinskaya S.A. Genetika i genomika cheloveka. Populyacii i etnosy v prostranstve vremeni: evolyucionnye i medicinskie aspekty [Human genetics and genomics. Populations and ethnic groups in space-time: evolutionary and medical aspects] / S.A. Borinskaya, N.K. YAnkovskij // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii [Vavilov Journal of Genetics and Breeding]. – 2013. – T.17. – №4/2 –P.930–942 [in Russian].
15. Adams K. Adverse reactions to alcohol and alcoholic beverages / K. Adams, T. Rans // Ann Allergy Asthma Immunol. – 2013. – №.111. – C.439–445.
16. Ahramejko A.V. Sovremennye aspekty lecheniya alkogolizma [Modern aspects of alcoholism treatment] / A.V. Ahramejko // Molodoj uchenyj [Young scientist]. – 2015. – №19. – P.255–259 [in Russian].
17. Gladkij YU.N. Gumanitarno-geograficheskie aspekty alkogolizma v Rossii: vneshnie prichiny smerti i kul'tura potrebleniya spirtnogo [Humanitarian and geographical aspects of alcoholism in Russia: external causes of death and the culture of alcohol consumption] / YU.N. Gladkij, E.V. Bajkova // Gumanitarnyj vektor [Humanitarian vector]. – 2018. – №2(13) –P.142–151 [in Russian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.046>**НАРУШЕНИЕ СНА И ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИНСОМНИИ**

Обзорная статья

**Гольская А.И.<sup>1</sup>, Мирзоева Р.К.<sup>2</sup>, Черник О.В.<sup>3</sup>, Осипова А.С.<sup>4</sup>, Бердыш Д.С.<sup>5</sup>**<sup>1, 2, 3, 5</sup> Кубанский Медицинский институт, Краснодар, Россия;<sup>4</sup> Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации, Краснодар, Россия

\* Корреспондирующий автор (summit.medicine[at]mail.ru)

**Аннотация**

Бессонницей страдает едва ли не половина жителей планеты Земля и встречается во всех возрастных группах, но преобладает у пациентов старшего возраста. Инсомния ухудшает качество жизни не менее, чем другие распространенные заболевания. В данной статье предпринята попытка раскрыть основные причины бессонницы, показано негативное влияние сокращения продолжительности сна и снижения его качества больных на степень снижения массы тела при лечении ожирения, снижения когнитивных функций. Инсомния является одной из наиболее актуальных проблем социального общества. Причины бессонницы могут быть разные – от генетических нарушений до стрессов на работе, и каждый случай требует индивидуального подхода и лечения.

**Ключевые слова:** бессонница, инсомния, синдром хронической усталости, депрессия, ожирение, пожилой возраст.

**SLEEP DISORDERS AND THE MAIN CAUSES OF INSOMNIA**

Review article

**Golskaya A.I.<sup>1</sup>\*, Mirzoeva R.K.<sup>2</sup>, Chernik O.V.<sup>3</sup>, Osipova A.S.<sup>4</sup>, Berdysh D.S.<sup>4</sup>**<sup>1, 2, 3, 5</sup> Non-State Educational Private Institution Kuban Medical Institute, Krasnodar, Russia;<sup>4</sup> Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Krasnodar, Russia

\* Корреспондирующий автор (summit.medicine[at]mail.ru)

**Abstract**

Insomnia affects almost half of the inhabitants of the planet Earth and occurs in all age groups, but is prevalent in older patients. Insomnia worsens the quality of life no less than other common diseases. This article attempts to identify the main causes of insomnia, shows the negative impact of reducing the duration of sleep and reducing its quality of patients on the degree of weight loss in the treatment of obesity and cognitive decline. Insomnia is one of the most pressing problems in society. The causes of insomnia can vary from genetic disorders to stress at work, and each case requires individual approach and treatment.

**Keywords:** insomnia, chronic fatigue syndrome, depression, obesity, old age.

«Уснуть – и видеть сны». Долгое время сон считался временем ничем не прерываемого бездействия, когда все процессы в организме замедляются. В 1913 г. французский физиолог Анри Пьерон опубликовал книгу «Физиологическая проблема сна», что стало первой научной попыткой рассмотреть сон с физиологической точки зрения. Пьерон также искал доказательства тому, что некое вещество («гипнотоксин») постепенно накапливается в мозге во время бодрствования и приводит к погружению в сон.

Сон – это не единый неделимый период покоя. Напротив, он состоит из нескольких фаз, из которых фаза быстрого сна в сумме составляет 20-25% (90-120 мин), разделяясь на 4-5 периодов. Более 80% сна новорождённых – это фаза быстрого сна. Биологический смысл этого чередования остаётся пока предметом дискуссий. Возможно, быстрый сон нужен для закрепления полученного опыта в виде памяти или для развития центральной нервной системы новорождённых. Достоверно известно, однако, что лишение фазы быстрого сна приводит к существенным физиологическим и поведенческим нарушениям. У взрослых фаза быстрых движений глаз составляет 20-25% всего сна, у новорождённых – 80%. [1]. Если есть сон, то должно быть его противопоставление – отсутствие сна бессонница или инсомния.

По данным Центра нейротехнологий сна и бодрствования, обычной бессонницей страдает едва ли не половина жителей планеты Земля (от 28% до 45% в некоторых странах). В России — примерно 30% жителей страдают от бессонницы, чаще жители больших городов. Расстройство сна в России приобретает едва ли не характер эпидемии. Но чаще всего это состояние можно назвать «ложной бессонницей», и оно характеризуется нарушением режима и «придуманными человеком проблемами со сном» [2].

Диагноз инсомнии может быть поставлен только в том случае, когда у пациента есть возможность и условия для полноценного сна. К сожалению, в гериатрической практике инсомния часто не диагностируется, нарушение сна считается неизбежным следствием старения. Хотя структура сна действительно несколько изменяется с возрастом, эти нормальные изменения не проявляются дискомфортом, жалобами на нарушение сна и ухудшением дневного состояния. Наличие жалоб на нарушение сна указывает на инсомнию. [3].

Инсомния встречается во всех возрастных группах, но преобладает у пациентов старшего возраста. От 12 до 25% пожилых пациентов без серьезных заболеваний отмечают у себя нарушения сна, а среди пациентов с выявленным соматическим или психическим расстройством этот показатель еще выше. В дополнение к нормальным изменениям в картине сна, с возрастом повышается частота соматических заболеваний и применения лекарств, изменяется образ жизни – это обуславливает повышенный риск нарушений сна у пожилых пациентов [4]. Инсомния ухудшает качество жизни не менее, чем другие распространенные в пожилом возрасте заболевания. Пациенты с инсомнией имеют значительно более высокий риск развития инфаркта миокарда. Высокий риск ассоциирован с недостаточной

продолжительностью сна, как при субъективной оценке, так и при полисомнографическом исследовании. Инсомния повышает риск когнитивных нарушений. Выявлена корреляция между неудовлетворительным качеством сна и кортикальной атрофией у пожилых людей [5]. Пациенты с инсомнией имеют в 2 раза больший риск депрессии относительно лиц без нарушений сна. Раннее выявление и лечение могут уменьшить риск развития депрессии у пациентов пожилого и старческого возраста [6]. Инсомния наносит чисто экономический ущерб. Он складывается из прямых (медикаменты и медицинская помощь) и косвенных (повышение риска аварий, травм и др.) расходов, связанных с ее последствиями [7].

На данное время ведущей является модель, связывающая нарушения сна с повышенной возбудимостью. Исследования активности нервной системы показали, что повышенная возбудимость является конечным общим патофизиологическим звеном, которое обуславливает дисбаланс в системе регуляции «сон-бодрствование», состоящий в чрезмерной активности систем возбуждения, недостаточной функции систем сна либо сочетании этих нарушений [5]. У пациентов с хронической инсомнией чаще отмечаются ипохондрические нарушения в виде повышенного внимания к телесным ощущениям, что ухудшает сон. Модели инсомнии, связанные с повышенной возбудимостью, построены на когнитивных и поведенческих моделях с привлечением принципов теории обучения. Они указывают на условно-рефлекторную возбудимость как ключевой фактор поддержания инсомнии. Снижающаяся с возрастом способность нервной системы подавлять избыточное возбуждение после стрессовых ситуаций может быть первым шагом к хронической инсомнии. Если в этом случае развиваются нарушение продолжительности сна и нестабильность фазы быстрого сна, характерные для инсомний, дополнительно повышается возбудимость и замыкается порочный круг хронической инсомнии [8].

Также показано негативное влияние сокращения продолжительности сна и снижения его качества больных на степень снижения массы тела при лечении ожирения [9]. При этом выявлена взаимосвязь между хронической инсомнией и развитием ожирения в течение 10 лет наблюдения за мужчинами среднего возраста [10]. В популяционном исследовании частота ожирения (32%) была выше у больных с инсомнией, чем у лиц без неё. Их взаимосвязь может быть обусловлена различными механизмами, участвующими в патогенезе обоих состояний. Показано, что препятствовать снижению массы тела при лечении ожирения могут способствовать психические расстройства, которые, в свою очередь, часто ассоциированы с инсомнией. Предполагается, что инсомния может играть определённую роль в формировании «стрессогенных мотивационных расстройств» связанных с нарушением пищевого поведения или гиперфагией, и приводить к увеличению массы тела [11].

«Необходимость во сне настолько сильная, что перевешивает голод, - говорит Эрин Хэнлон, доцент Центра сна, метаболизма и здоровья при Чикагском университете в США. - Ваш мозг просто уснет, несмотря на все сознательные попытки с этим бороться» [12]. На данный момент бессонница является одной из наиболее актуальных проблем социального общества. Ведь очень небольшое количество людей может похвастаться тем, что никогда не испытывали проблем со сном. Причины бессонницы могут быть разные – от генетических нарушений до стрессов на работе, и каждый случай требует индивидуального подхода и лечения [13].

Не менее распространенной причиной бессонницы является синдром хронической усталости (СХУ) – это одна из самых распространённых патологий нашего времени, главным признаком которой является немотивированная выраженная общая слабость, на длительное время выводящая человека из активной повседневной жизни [14]. Выделены основные причины хронической усталости: частый длительный стресс, неправильное питание, злоупотребление алкоголем, курение, гормональные нарушения, бессонница, головная или мышечная боль. Причём эти «симптомы» не исчезают после полноценного отдыха, как в случае с обычным переутомлением, когда для восстановления сил достаточно выспаться или взять короткую передышку. Также к проблеме может привести вирус Эпштейна — Барр, цитомегаловирус или вирус герпеса. Клинические психологи и диетологи отмечают, что диагностировать синдром хронической усталости непросто, так как перечень симптомов слишком широк. У всех носителей синдрома хронической усталости замедлен обмен веществ в клетках, биологические процессы затормаживаются и состояние организма напоминает зимнюю спячку животных. Чтобы выйти из энергосберегающего режима, тело должно получить сигнал о том, что стресса больше нет. Таким «сигналом», по мнению исследователей, является регулярный восьмичасовой сон — отсутствие последнего на протяжении долгого времени ведёт к неполадкам в работе нервной системы и мозга [15].

В различных странах СХУ известен под различными названиями: синдром поствирусной астении, синдром хронической усталости и иммунной дисфункции, миалгический энцефаломиелит. Как самостоятельное заболевание СХУ впервые был выделен в 1988 г. Центром по контролю заболеваний. Поводом для этого послужило внезапное увеличение числа больных с жалобами на тяжелую постоянную усталость, сопровождавшуюся рядом соматических и психологических симптомов без видимой на то причины заболевания, в штате Невада в 1984 г. Подобные вспышки заболевания наблюдали и раньше - в Лос-Анджелесе в 1934 г., в Исландии в 1948 г., в Лондоне в 1955 г., во Флориде в 1956 г. Синдром не ограничивается какими-либо географическими или социально-демографическими группами. По данным разных авторов, частота СХУ может составлять 10 - 37 случаев на 100 тыс. населения [16].

СХУ затрагивает все расовые и этнические группы — это люди в возрасте 25–45 лет, и преимущественно женщины. Частота СХУ у женщин составляет 522 случая на 100000 и 291 – у мужчин [17].

И хотя СХУ гораздо реже встречается у детей, чем у взрослых, заболевание у детей наблюдается в подростковом возрасте. Описаны случаи СХУ у членов одной семьи, что связывают не с заразностью заболевания, а с возможной генетической предрасположенностью или влиянием одних и тех же патогенных факторов. СХУ в настоящем понимании является гетерогенным состоянием с многофакторной этиологией, основанным на нарушениях в психо-нейро-эндокринно-иммунной системе. Мы только начинаем понимать масштабы этого заболевания, различать его факторы риска, факторы, вызывающие развитие состояния хронической усталости и предрасполагающие к ее дальнейшей хронизации [18].

Таким образом, синдром хронической усталости (СХУ) является чрезвычайно актуальной и сложной проблемой современной медицины в виду широкой распространённости в популяции, при этом прослеживается четкая тенденция к неуклонному росту заболеваемости. При СХУ поражаются преимущественно молодые, наиболее трудоспособные люди тех профессий, где требуется повышенный интеллект, высокий уровень эмоциональной нагрузки, а нередко – быстрота реагирования и сообразительность (врачи, учителя, преподаватели, журналисты, менеджеры и т. д.). Нельзя точно сказать, что бессонница является причиной СХУ, ведь причины СХУ до настоящего времени остаются неизвестными. Она будет лишь фактором риска развития данного заболевания.

Также в истории известны случаи фатальной бессонницы, описанные итальянским врачом И. Ройтером, в 1879 г, который обратил внимание на череду странных смертей в семье своей супруги и ее родственников. Всего от симптомов, напоминающих психическое расстройство, умерло четыре ее члена семьи. Все четыре случая имели схожие симптомы: обильное потоотделение, сужение в точку зрачков, стеклянный взгляд, далее – дрожь в теле, импотенция и запоры, затем потеря сна – практически постоянное бодрствование в течение нескольких месяцев и, как итог – смерть. Только после смерти четвертого заболевшего, завещавшего свой мозг для исследований, были сделаны первые попытки назвать причину заболевания [19].

Генетический недуг FFI, относящийся к прионным заболеваниям, является классом инфекционных агентов, которые концентрируются вблизи таламуса, основной части промежуточного мозга, главного подкоркового центра, направляющего импульсы всех видов чувствительности (температурной, болевой и др.) к стволу мозга, подкорковым узлам и коре больших полушарий. Эта же область управляет циклом сна и бодрствования, чувством равновесия, аспектами обучения, памяти, речи и понимания языка [20].

Почти в каждом случае фатальная семейная бессонница вызвана мутацией в гене PRNP. Она передается по наследству аутосомно-доминантным способом. Эта мутация означает, что в белке, который содержит этот ген, аспарагиновая кислота заменяет аспарагин в позиции 178, превращая белок в прион. Но для возникновения болезни этого мало. Чтобы симптомы болезни проявились, в прионе должна присутствовать аминокислота метионин в позиции 129 протеина. Вместе с аминокислотами, аспарагином и метионином в этих конкретных позициях обычные прионы обретают патологическую форму [21].

Бывают редкие случаи, когда болезнь возникает не из-за изменений в генах. По состоянию на 2016 год зафиксировано 24 таких случая. Здесь фатальная семейная бессонница возникает, когда некоторые из нормальных прионов человека спонтанно переходят в ненормальную форму, которая вызывает болезнь, а затем изменяет прионы в других клетках.

Фатальная семейная бессонница до сих пор остаётся неизлечимым генетическим заболеванием, которое в результате генной мутации уничтожает функцию сна и приводит к смерти. Но наличие данной болезни лишь у представителей 40 семей является хорошей статистикой для остальных 7 млрд. человек, проживающих на земле.

Таким образом, проблема бессонницы остается довольно актуальной в 21 веке, так как тенденции экономического роста будут требовать от людей высокого уровня трудоспособности и устойчивости к стрессу, что может сказаться на новых проявлениях заболевания и отразиться на следующих поколениях.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Список литературы / References

1. Джералд М. Великая биология. От происхождения жизни до эпигенетики. 250 основных вех в истории биологии / М. Джералд, Г. Джералд, А.А. Синюшина // М. Джералд; пер. с англ. А.А. Синюшина. – М.: Лаборатория знаний, 2018.
2. Зиновьева А. Дурной сон в летнюю ночь / А. Зиновьева // «Московский комсомолец». 2019 г. -№28033
3. Полуэктов М.Г., Клинический алгоритм диагностического и лечебного выбора при инсомнии / М.Г. Полуэктов // Эффективная фармакотерапия. 2013. № 12. С. 22-28
4. Morin C.M. Behavioral and pharmacological therapies for late-life insomnia: a randomized controlled trial / C.M. Morin // Jama. 1999. Vol. 281. № 11. P. 991-999.
5. Кемстач В. В. Исследования психофизиологических аспектов и этиопатогенеза инсомнии: российские и зарубежные подходы / В. В. Кемстач, Л. С. Коростовцева, А.Н. Алёхин // Вестник РУДН. Серия: Психология и педагогика. 2020. №2. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-psihoфизиологических-аспектов-i-etiotopogeneza-insomnii-rossiyskie-i-zarubezhnye-podhody> (дата обращения: 27.12.2020).
6. Baglioni C. Insomnia as a predictor of depression: a meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies / C. Baglioni // Journal of affective disorders. 2011. Vol. 135. № 1. P. 10-19
7. Мозговой С. А. Хроническая инсомния (бессонница), возможности когнитивно-поведенческой терапии / С. А. Мозговой // Клиническая геронтология. 2015. №9-10. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hronicheskaya-insomniya-bessonnitsa-vozmozhnosti-kognitivno-povedencheskoy-terapii> (дата обращения: 27.12.2020).
8. Тхостов А. Ш. Психологические факторы хронической инсомнии и субъективная и объективная картина сна / А. Ш. Тхостов, Е. И. Рассказова // Вестн. Том. гос. ун-та. 2009. №323. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologicheskie-factory-hronicheskoy-insomnii-i-subektivnaya-i-obektivnaya-kartina-sna> (дата обращения: 27.12.2020).
9. Бродовская Т.О. Интеракции между нарушениями сна, ожирением и сахарным диабетом 2 типа / Т.О. Бродовская, И.Ф. Гришина, Е.Г. Бабыкина // Ожирение и метаболизм. — 2019. — Т.16. — №4. — С.25-30.

10. Струева Н. В. Особенности пищевого поведения, эмоционального состояния и показателей метаболизма у больных ожирением с инсомническими расстройствами / Н. В. Струева, М. Г. Полукто, Л. В. Савельева и др. // Ожирение и метаболизм. 2014. №2. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-pischevogo-povedeniya-emotsionalnogo-sostoyaniya-i-pokazateley-metabolizma-u-bolnyh-ozhireniem-s-insomnicheskimi> (дата обращения: 27.12.2021).

11. Sivertsen B. The epidemiology of insomnia: Associations with physical and mental health.: The HUNT-2 study / B. Sivertsen, S. Krokstad et al. // Journal of psychosomatic research. – 2009. – Vol. 67. – №2. – С. 109-116.

12. Хедвейзи А. Как долго можно протянуть без сна? / А. Хедвейзи // «BBC Future». 2015 г.

13. Феденко Р., Узники бессонного режима / Р. Феденко // Журнал «Вокруг света». 2010 г. № 4

14. Гороховская Г.Н. Синдром хронической усталости: состояние проблемы / Г.Н. Гороховская, Е.В. Чернецова, М.М. Петина // Кафедра госпитальной терапии № 1 Московский Государственный Медико-стоматологический университет // Газета «Новости медицины и фармации» 11-12 [331-332] 2010 г.

15. Скворцов Е., Зимняя спячка: что делать с непроходящей усталостью / Е. Скворцов // Журнал «Wonderzine», 2017 г. [Электронный ресурс] URL: <https://www.wonderzine.com/wonderzine/health/wellness/230618-chronic-exhaustion> (дата обращения: 27.12.2020).

16. Спасская Д. Сильную хроническую усталость связали с воспалением / Д. Спасская // N+1, 2017 г. [Электронный ресурс] URL: <https://nplus1.ru/news/2017/08/01/chronic-fatigue-syndrome> (дата обращения: 27.12.2020).

17. Пизова Н.В. Клиника, диагностика и лечение синдрома хронической усталости / Н.В. Пизова // МС. 2015. №2. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinika-dagnostika-i-lechenie-sindroma-hronicheskoy-ustalosti> (дата обращения: 27.12.2020).

18. Кузнецова Ю.И. Новые возможности лечения и профилактики синдрома хронической усталости / Ю.И. Кузнецова // Медицинский алфавит. 2018; 3 (27):64-65.

19. Робсон Д. Трагедия людей, переставших спать: можно ли им помочь? / Д. Робсон // «BBC Future». 2016 г.

20. Леонова З. А., Прионы и прионовые заболевания / З. А. Леонова // сборник Инновационные технологии в фармации выпуск 3. - 2016. - С.354-358

21. Гладкая О., Фатальная семейная бессонница / О. Гладкая // [Электронный ресурс] URL: <https://parkinson.su/fatalnaya-semejnyaya-bessonitsa> (дата обращения: 27.12.2020).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Gerald M. Velikaja biologija. Ot proishozhdenija zhizni do jepigenetiki. 250 osnovnyh veh v istorii biologii [Great Biology. From the origin of life to epigenetics. 250 main milestones in the history of biology] / M. Gerald, G. Gerald, A. A. Sinyushina // M. Gerald; translated from English by A. A. Sinyushina. - M.: Laboratory of Knowledge, 2018. [in Russian]

2. Zinovieva A., Durnoj son v letnjuju noch' [A bad dream on a summer night] / A. Zinovieva // Moskovskij komsomolec ["Moskovsky Komsomolets"]. 2019-No. 28033 [in Russian]

3. Poluektov M. G. Klinicheskij algoritm diagnosticheskogo i lechebnogo vybora pri insomnii [Clinical algorithm of diagnostic and therapeutic choice in insomnia] / M. G. Poluektov // Jefferktivnaja farmakoterapija [Effective pharmacotherapy]. 2013. No. 12. pp. 22-28 [in Russian]

4. Morin C.M. Behavioral and pharmacological therapies for late-life insomnia: a randomized controlled trial / C.M. Morin // Jama. 1999. Vol. 281. No. 11. P. 991-999.

5. Kemstach V. V. Issledovaniya psihofiziologicheskikh aspektov i jetiopatogeneza insomnii: rossijskie i zarubezhnye podhody [Studies of psychophysiological aspects and etiopathogenesis of insomnia: Russian and foreign approaches] / V. V. Kemstach, L. S. Korostovtseva, A. N. Alyokhin // Vestnik RUDN. Seriya: Psihologija i pedagogika [Vestnik RUDN. Series: Psychology and Pedagogy]. 2020. No. 2. [Electronic resource] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-psihofiziologicheskikh-aspektov-i-etiopatogeneza-insomnii-rossijskie-i-zarubezhnye-podhody> (accessed: 27.12.2020). [in Russian]

6. Baglioni C. Insomnia as a predictor of depression: a meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies / C. Baglioni // Journal of affective disorders. 2011. Vol. 135. № 1. P. 10-19

7. Mozgovoy S. A. Hronicheskaja insomnija (bessonnica), vozmozhnosti kognitivno-povedencheskoj terapii [Chronic insomnia (insomnia), the possibilities of cognitive-behavioral therapy] / S. A. Mozgovoy // Klinicheskaja gerontologija [Clinical gerontology]. 2015. №9-10. [Electronic resource] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hronicheskaja-insomniya-bessonitsa-vozmozhnosti-kognitivno-povedencheskoj-terapii> (accessed: 27.12.2020). [in Russian]

8. Tkhostov A. Sh. Psihologicheskie faktory hronicheskoy insomnii i sub#ektivnaja i ob#ektivnaja kartina sna [Psychological factors of chronic insomnia and subjective and objective picture of sleep] / A. Sh. Tkhostov, E. I. Rasskazova // Vestn. Tom. gos. un-ta [Vestn. Vol. state University]. 2009. No. 323. [Electronic resource] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologicheskie-faktory-hronicheskoy-insomnii-i-subektivnaya-i-obektivnaya-kartina-sna> (accessed: 27.12.2020). [in Russian]

9. Brodovskaya T. O. Interakcii mezhdru narushenijami sna, ozhireniem i saharnym diabetom 2 tipa [Interactions between sleep disorders, obesity and type 2 diabetes] / T. O. Brodovskaya, I. F. Grishina, E. G. Babykina // Ozhirenie i metabolizm [Obesity and metabolism]. - 2019. - Vol. 16. - No. 4. - p. 25-30. [in Russian]

10. Strueva N. V. Osobennosti pishhevo go povedeniya, jemocional'nogo sostojaniya i pokazatelej metabolizma u bol'nyh ozhireniem s insomnicheskimi rassstrojstvami [Features of food behavior, emotional state and indicators of metabolism in obese patients with insomnic disorders] / N. V. Strueva, M. G. Poluektov, L. V. Savel'eva et al. // Ozhirenie i metabolizm [Obesity and metabolism]. 2014. No. 2. [Electronic resource] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-pischevogo-povedeniya-emotsionalnogo-sostoyaniya-i-pokazateley-metabolizma-u-bolnyh-ozhireniem-s-insomnicheskimi> (accessed: 27.12.2021). [in Russian]

11. Sivertsen B. The epidemiology of insomnia: Associations with physical and mental health.: The HUNT-2 study / B. Sivertsen, S. Krokstad et al. // Journal of psychosomatic research. – 2009. – Vol. 67. – No. 2. – P. 109-116.

12. Helvasi A. Kak dolgo mozno protjanut' bez sna? [How long can you go without sleep?] / A. Helvasi // "BBC Future". 2015 г. [in Russian]
13. Fedenko R., Uzniki bessonnogo rezhima [Prisoners of the insomniac regime] / R. Fedenko // Zhurnal «Vokrug sveta» [Journal "Around the world"]. 2010 No. 4. [in Russian]
14. Gorokhovskaya G. N. Sindrom hronicheskoy ustalosti: sostojanie problemy [Syndrome of chronic fatigue: the state of the problem] / G. N. Gorokhovskaya, E. V. Chernetsova, M. M. Petina // Kafedra gospi tal'noj terapii № 1 Moskovskij Gosudarstvennyj Mediko-stomatologicheskij universitet [Department of Hospital therapy No. 1 Moscow State Medical and Dental University Newspaper "News of Medicine and Pharmacy"] 11-12 [331-332] 2010. [in Russian]
15. Skvortsov E. Zimnjaja spjachka: chto delat' s neprohodzashhej ustalost'ju [Winter hibernation: what to do with impenetrable fatigue] / E. Skvortsov // Journal "Wonderzine", 2017 [Electronic resource] URL: <https://www.wonderzine.com/wonderzine/health/wellness/230618-chronic-exhaustion> (accessed: 27.12.2020). [in Russian]
16. Spasskaya D. Sil'nuju hronicheskiju ustalost' svjazali s vospaleniem [Strong chronic fatigue associated with inflammation] / D. Spasskaya // N+1, 2017 [Electronic resource] URL: <https://nplus1.ru/news/2017/08/01/chronic-fatigue-syndrome> (accessed: 27.12.2020). [in Russian]
17. Pizova N. In. Klinika, diagnostika i lechenie sindroma hronicheskoy ustalosti [Clinic, diagnosis and treatment of chronic fatigue syndrome] / N. In. Pizova // MS. 2015. No. 2. [Electronic resource] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinika-diagnostika-i-lechenie-sindroma-hronicheskoy-ustalosti> (accessed: 27.12.2020). [in Russian]
18. Kuznetsova Yu. I. Novye vozmozhnosti lechenija i profilaktiki sindroma hronicheskoy ustalosti [New opportunities for the treatment and prevention of chronic fatigue syndrome] / Yu. I. Kuznetsova // Medical alphabet. 2018; 3 (27):64-65. [in Russian]
19. Robson D. Tragedija ljudej, perestavshih spat': mozno li im pomoch'? [The tragedy of people who stopped sleeping: can we help them?] / D. Robson // "BBC Future". 2016. [in Russian]
20. Leonova Z. A. Priony i prionovye zaboje vanija [Prions and prion diseases] / Z. A. Leonova // sbornik Innovacionnye tehnologii v farmacii [collection of Innovative technologies in pharmacy] issue 3. - 2016. - p. 354-358 [in Russian]
21. Gladkaya O., Fatal'naja semejnaja bessonnica [Fatal family insomnia] / O. Gladkaya // [Electronic resource] URL: <https://parkinson.su/fatalnaya-semejnyaya-bessonnitsa> (accessed: 27.12.2020). [in Russian]



DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.047>

**“THE MALE PILL” – ИННОВАЦИОННЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА  
МУЖСКОЙ КОНТРАЦЕПЦИИ**

Обзорная статья

Гречина А.Г.<sup>1</sup>, Юсифова А.<sup>2</sup>, Яшин Д.С.<sup>3</sup>, Сорокина Ю.А.<sup>4,\*</sup>, Занозина О.В.<sup>5</sup>, Ловцова Л.В.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8501-2646;

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-2242-9820;

<sup>3</sup> ORCID: 0000-0002-7114-8833;

<sup>4</sup> ORCID: 0000-0001-8430-237X;

<sup>5</sup> ORCID: 0000-0003-1830-3600;

<sup>6</sup> ORCID: 0000-0003-1480-183X;

<sup>1-6</sup> Приволжский Исследовательский Медицинский Университет, Нижний Новгород, Россия

\* Корреспондирующий автор (zwx[at]inbox.ru)

**Аннотация**

В данной статье обобщены данные различных видах гормональной мужской контрацепции. Авторами проведено сравнение методов доставки препаратов, а также рассмотрен революционный комбинированный пероральный контрацептив для мужчин, представленный в 2018 году и вызвавший колоссальный интерес. Описаны механизмы действия контрацептивных препаратов, сформулирован вывод об эффективности и безопасности инновационного контрацептива и перспективности дальнейших исследований в данной области. Рассмотрен вопрос безопасности, обратимости и эффективности гормональной мужской контрацепции, продемонстрировать целесообразность дальнейших исследований и разработок в данном направлении, а также отметить уже достигнутую эффективность некоторых из них. Обзор имеющихся данных позволяет говорить о значимости вопроса мужской контрацепции на фоне возрастающего запроса соответствующей части популяции фертильного возраста. Как демонстрируют некоторые исследования, беспокойство о возможных побочных эффектах может приводить к их проявлениям в группах испытуемых, получающих плацебо. Это может говорить о сохраняющихся настороженности и недоверии общества к гормональным мужским контрацептивам на фоне неудач предыдущих образцов. Последние разработки демонстрируют многообещающие результаты и находятся на различных стадиях клинических исследований. В частности, рассматриваемый препарат Диметандролона ундеcanoат (ДМАУ) успешно проходит все испытания и характеризуется эффективностью, безопасностью, а также полной и быстрой обратимостью действия при прекращении терапии. Такие эффекты достигаются за счет двойного оказываемого действия: андрогенного и прогестагенного эффектов, опосредованных агонистическим действием на рецепторы андрогена и прогестерона, и ассоциированных с откликом соответствующих биологических мишеней. Также ДМАУ имеет дополнительные показания к применению в виде заместительной андрогенной терапии в случаях низких уровней тестостерона у мужчин. На данный момент за счет сохраняющихся сомнений в безопасности и эффективности гормональной контрацепции у мужчин исследования в данном направлении проводятся в ограниченном количестве. Тем не менее наблюдается и рост интереса к данной группе препаратов, все больше мужчин заявляют о своей готовности и заинтересованности в контексте использования препаратов.

**Ключевые слова:** мужская контрацепция, пероральные контрацептивы, диметандролон ундеcanoат, тестостерон, прогестин.

**"THE MALE PILL", INNOVATIVE MALE CONTRACEPTION DRUG PRODUCTS**

Review article

**Grechina A.G.<sup>1</sup>, Yusifova A.<sup>2</sup>, Yashin D.S.<sup>3</sup>, Sorokina Yu.A.<sup>4,\*</sup>, Zanozina O.V.<sup>5</sup>, Lovtsova L.V.<sup>6</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8501-2646;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-2242-9820;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0002-7114-8833;<sup>4</sup> ORCID: 0000-0001-8430-237X;<sup>5</sup> ORCID: 0000-0003-1830-3600;<sup>6</sup> ORCID: 0000-0003-1480-183X;<sup>1-6</sup> Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

\* Corresponding author (zwx[at]inbox.ru)

**Abstract**

The current article summarizes the data on various types of hormonal male contraception. The authors of the study compare the drug delivery methods and consider a revolutionary male combined oral contraceptive, presented in 2018 and met with great interest. The study describes the effect mechanisms of the drugs and formulates the conclusion about its effectiveness and safety as well as the prospects for further research in this area. The authors examine the issue of safety, reversibility, and effectiveness of hormonal male contraception and demonstrate the feasibility of further research and development in this trajectory as well as note the already achieved effectiveness of some of the drugs under study. A review of the available data allows for discussing the importance of the issue of male contraception against the background of increasing demand for the corresponding part of the population of fertile age. As some studies demonstrate, the concern about possible side effects can lead to their manifestations in groups of subjects receiving a placebo. This may indicate that the public remains wary and distrustful of hormonal male contraceptives against based on the failures of previous samples. The latest developments show promising results and are at various stages of clinical research. In particular, the drug in question, Dimethandrolone undecanoate (DMAU), successfully passes all tests and is characterized by efficacy, safety as well as complete and rapid reversibility upon discontinuation of therapy. Such effects are achieved due to the dual androgen and progestogen effects mediated by an agonistic effect on androgen and progesterone receptors and associated with the response of the corresponding biological targets. DMAU also has additional indications for use in the form of androgen replacement therapy in cases of low testosterone levels in men. At the moment, due to the continuing doubts about the safety and effectiveness of hormonal contraception in men, research is still being conducted on limited scale. Nevertheless, there is also a high interest in this group of drugs, more and more men express their readiness and interest in the context of using the drugs.

**Keywords:** male contraception, oral contraceptives, dimethandrolone undecanoate, testosterone, progestin.

**Введение**

В современном мире, несмотря на доступность средств женской контрацепции, 40-45% беременностей по всему миру оказываются незапланированными [1]. Многие мужчины, вопреки распространенному заблуждению, готовы участвовать в контроле над рождаемостью посредством использования средств и препаратов мужской контрацепции. К сожалению, на данный момент ряд многообещающих перспективных методов находится на первых этапах тестирования или же исследования по их разработке оказались невостребованными. Контрацептивный эффект гормональных препаратов достигается за счет действия на компоненты гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси. Прежде чем рассматривать механизм действия, стоит поговорить об анатомической и физиологической составляющих.

В организме взрослого здорового фертильного мужчины новые сперматозоиды постоянно продуцируются в яичках. Регулируется сперматогенез гонадотропными гормонами гипофиза и стероидными гормонами яичка, в частности, тестостероном, и находится под контролем гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси. То есть производство тестостерона яичками необходимо для сперматогенеза и фертильности у мужчин. Целью исследований гормональной контрацепции является поиск пути временного блокирования эффектов тестостерона таким образом, чтобы тестикулы перестали продуцировать сперматозоиды. В то же время эта задача должна быть выполнена без понижения уровня тестостерона до того предела, который бы привел к появлению побочных эффектов.

Андрогены — это стероидные половые гормоны, производимые половыми железами: яичками (клетками Лейдига) у мужчин и яичниками у женщин [2]. Также у обоих полов синтез андрогенов может происходить в клетках сетчатого слоя коры надпочечников. Тестостерон — главный андрогенный стероидный гормон, синтез которого происходит из холестерина. В норме у мужчины (с 16 лет) вырабатывается 4-8 мг/сут тестостерона, из которых примерно 95% синтезируются яичками и 5% — корой надпочечников, причем наибольшее количество вырабатывается в утренние часы, а наименьшее — в вечерние [3].

Метаболизм тестостерона подразумевает участие изоформ фермента 5- $\alpha$ -редуктазы, находящегося в цитоплазме. Под действием данного фермента происходит превращение тестостерона в активный внутриклеточный метаболит — ДГТ-5- $\alpha$ -дигидротестостерон [2], [4]. Дигидротестостерон, как и тестостерон, оказывает свои биологические эффект через связь с внутриклеточными рецепторами [5].

Тестостерон обладает широким спектром физиологических эффектов, оказывая влияние на различные органы и системы. В эмбриональном периоде тестостерон определяет дифференцировку половых органов — у эмбриона под действием андрогенов из Вольфова протока образуются придаток яичка (эпидидимис), семявыносящий проток и семенной пузырек. В то же время тестостерон способствует маскулинизации мозга.

Позднее в препубертатном периоде тестостерон за счет анаболического эффекта и стимуляции клеточного деления приводит к резкому увеличению линейных размеров тела, массы скелетных мышц, росту костей (в то же время, однако, стимулирует сращение эпифизов длинных костей с их стволами) [6].

К эффектам тестостерона относят влияние на репродуктивную систему, на созревание сперматозоидов, влияние на мужские половые органы, формирование вторичных половых признаков, а также формирование и поддержание либидо [6], [7]. В частности, ДГТ как активная форма тестостерона оказывает воздействие на придатки яичка, семявыносящий проток, семенные пузырьки и предстательную железу. Для роста предстательной железы важна ароматизация тестостерона с образованием эстрогенов. При доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ) концентрация эстрогенов в ее строме отчетливо возрастает.

Андрогены независимо от типа ткани проявляют анаболические эффекты, связанные со стимуляцией процессов транскрипции и увеличения скорости синтеза белка. Наибольшее количество клеток-мишеней андрогена отмечается в скелетных мышцах, под его действием происходит наращивание мышечной массы посредством увеличения мышечных белков. Значительная стимуляция белок-синтетических процессов под действием андрогенов наблюдается в почках, а также в сердечной мышце, костной ткани [8], что способствует итоге развитию скелета и мышц по мужскому типу. Поддержание нормальной концентрации половых гормонов является ключевым для достижения пиковой костной массы и ее поддержания в течение всей жизни мужчины [9]. При гипогонадизме демонстрируется четкая прямая зависимость между сниженным уровнем тестостерона и минеральной плотностью костной ткани. Применение же терапии препаратами тестостерона способствует восстановлению как костной массы, так и минеральной плотности кости (МПК) [10].

К числу функций тестостерона относятся также влияние на сердечно-сосудистую систему и психотропные эффекты. Воздействие на первую неоднозначно. С одной стороны, считалось, что тестостерон оказывает неблагоприятное влияние на частоту развития и течение сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин, что связывали с большей статистической встречаемостью сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин: склероз коронарных артерий - одна из основных причин смертности, и что риск развития ишемической болезни сердца у мужчин вдвое превышает таковой у женщин. Связь данных различий с действием половых гормонов подтверждают данные о резком повышении концентрации липопротеинов высокой плотности при снижении уровня тестостерона в сыворотке [7]. В пользу этой позиции говорит и тот факт, что эстрогены, считающиеся антагонистами андрогенов, снижают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний у женщин [11]. С другой стороны, отдельными исследованиями продемонстрировано, что высокие концентрации тестостерона могут обладать благоприятным протективным эффектом [12]. Morgentaler и соавт. демонстрируется корреляция между снижением концентрации тестостерона и возрастающим по мере этого риском смертности от атеросклероза и ишемической болезни сердца, увеличением толщины КИМ (комплекса интима-медиа) в сонных артериях, более частым развитием ожирения и сахарного диабета (СД) [13], [14]. Более того, увеличение уровня тестостерона, как утверждается, обратно пропорционально смертности [15]. Демонстрируется благоприятное влияние терапии тестостероном у мужчин с дефицитом последнего и связанное с ней снижение смертности приблизительно на 50% [16], [17], уменьшение вероятности развития инфаркта миокарда у мужчин, относящихся к категории наиболее высокого риска [18], [19], [20], возможность снижения частоты сердечно-сосудистых осложнений у мужчин с метаболическими нарушениями [21] и в целом уменьшение риска сердечно-сосудистых заболеваний и СД, сочетающегося с уменьшением жировой и увеличением мышечной тканей [22], [23], [24]. Также опровергается пагубное влияние терапии тестостерона в контексте увеличения риска венозных тромбозомболических осложнений [25]. Однако ряд исследований (например, D.E. Laaksonen и соавт.) вовсе опровергает взаимосвязь между риском развития сердечно-сосудистых заболеваний и уровнем тестостерона в крови у мужчин [26]. Психотропные эффекты тестостерона заключаются в обеспечении поддержания функций нервных клеток при влиянии как на головной мозг, так и на периферические нервы [7].

В ряде случаев уровень тестостерона в организме может быть сниженным. Причин этого может быть множество, в частности, нарушения гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси возможны на любом из ее уровней. Первичный гипогонадизм обусловлен нарушением функции яичек и может быть результатом как генетических (синдром Клайнфельтера, синдром Нунан, миотоническая дистрофия, мужчины с кариотипом XX), так и анатомических нарушений (анорхия, крипторхизм, дисгенезия гонад, опухоли яичек, варикоцеле, синдром клеток Сертоли, вирусный орхит, облучение, снижение чувствительности к андрогенам, угнетение функции ферментов, участвующих в синтезе тестостерона, действие препаратов). Вторичный гипогонадизм может быть наследственным (синдром Каллмана) или приобретенным (опухоли гипофиза, саркоидоз, гемохроматоз, травмы гипофиза, действия ряда медикаментов (глюкокортикоиды, опиаты, анаболические стероиды)) [27], употребления алкоголя, курения; сами гонады при этом не повреждены. Отдельное важное место в этом списке причин занимает возрастной дефицит тестостерона. Клинические проявления дефицита тестостерона у мужчин, как и биологические эффекты данного гормона, весьма разнообразны. Среди них снижение полового влечения, ухудшение эректильной функции, расстройство эякуляции и снижение удовольствия от полового контакта [28], [29], регрессия секреторного эпителия в придатках яичка, семявыносящих протоках и семенных пузырьках, приводящая к аспермии [7], ухудшение общего состояния, настроения, сонливость, усталость. Отдельно стоит выделить снижение плотности костной ткани, потерю мышечной массы и мышечной силы, появление общей выносливости [24], дислипидемию, метаболический синдром [26], [12], [30]. Также к возможным последствиям относятся регрессия вторичных половых признаков, появление вазомоторных нарушений. Помимо вышеупомянутого отмечается корреляционная зависимость между дефицитом тестостерона и инсулинорезистентностью.

Важно отметить, что к патогенетической терапии дефицита тестостерона существует несколько подходов, последний из которых будет иметь связь с рассмотренными впоследствии контрацептивами:

а) стимулирующая терапия хорионическим гонадотропином, с целью выработки собственного (эндогенного) тестостерона и

б) заместительная терапия тестостероном [31], [32].

К сожалению, до сих пор существуют заблуждения о пагубном влиянии терапии тестостероном в контексте повышения риска развития рака предстательной железы или же быстрого роста уже существующего рака [33].

Современные же исследования как минимум не подтверждают данную корреляцию между высокой эндогенной концентрацией андрогенов или экзогенной терапией тестостероном и большим риском развития рака предстательной железы [34], [35], а как максимум, и вовсе доказывают обратную зависимость - именно низкие концентрации тестостерона ассоциированы с неблагоприятными прогностическими признаками рака предстательной железы [36].

В настоящее время применение пероральных моно-препаратов тестостерона по-прежнему сильно ограничено из-за значительного количества побочных эффектов (в частности, поражений печени, холестаза), а также существенной вариабельности их фармакокинетических показателей [31], [32].

### **Требования к оральной мужской контрацепции**

Используемый лекарственный препарат не должен иметь кратковременных или долговременных побочных эффектов, отрицательно сказываться на либидо. Он должен быть обратимым, быстродействующим, простым в применении, а также не должен оказывать влияния на будущее потомство [37], [38]. В попытках достичь этой цели за последние годы было испытано множество комбинаций препаратов и методов их введения. Одним из вариантов явилась терапия прогестинами, которые являются синтетическими аналогами женских гормонов и входят в контрацептивные женские препараты, например, в чисто гестагенные препараты- Мини-Пили. Рассматривается несколько вариантов механизма действия прогестинов:

- 1) отрицательная обратная связь на оси гипоталамус-гипофиз-гонады;
- 2) угнетение экспрессии рецептора ЛГ;
- 3) прямое воздействие на сперму.

В целом их действие предотвращает продукцию тестостерона яичками, что предотвращает нормальную продукцию сперматозоидов. В то же время он не позволяет поддерживать концентрацию тестостерона в сыворотке на уровне нормы, что предотвращает развитие побочных эффектов, ассоциированных с низким содержанием указанного андрогена.

Однако подобные комплексы, содержащие только прогестины, не давали должных результатов - одни прогестины не могут подавлять сперматогенез в дозировках, приемлемых для введения. Вероятно, у некоторых испытуемых организм продолжал продуцировать тестостерон в нормальных количествах и, соответственно, продолжался синтез сперматозоидов. Также такой вариант терапии ассоциирован со значительными побочными эффектами, среди которых колоссальное снижение либидо и эректильная дисфункция.

Другим вариантом явилась сингулярно-андрогенная терапия. Прежде чем переходить к ее описанию, стоит сказать пару слов о том, на что может быть направлено действие гормональных контрацептивов для достижения контрацептивного эффекта. Основу механизма их действия составляет подавление ЛГ и ФСГ и последующее обратимое ингибирование функции тестикул, а именно сперматогенеза и продукции тестостерона (рисунок 1). Как уменьшение тестостерона, так и подавление ФСГ приводят к снижению функционирования клеток Сертоли, необходимых для созревания клеток зародышевой линии. Чтобы поддерживать андроген-зависимые физиологические функции, андроген, обычно тестостерон, должен являться обязательным компонентом контрацептивного состава [39], [40] (рисунок 2).

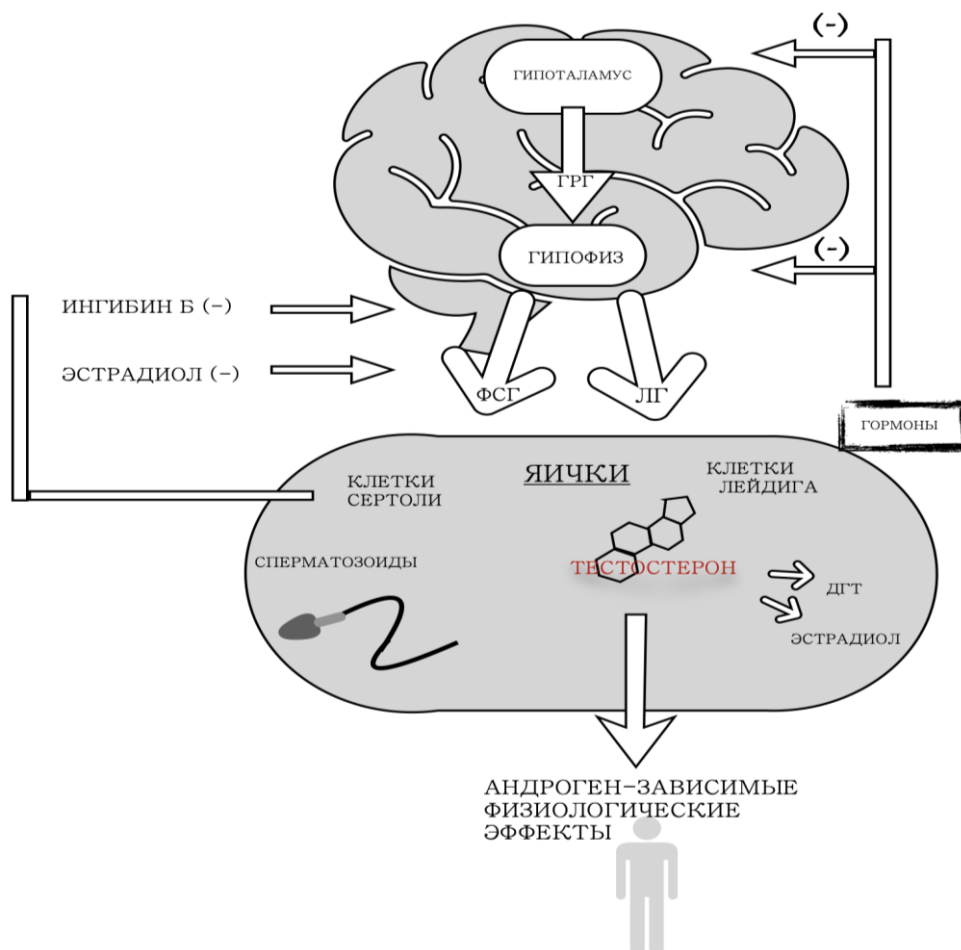


Рис. 1 – «Обратная связь» гормонов

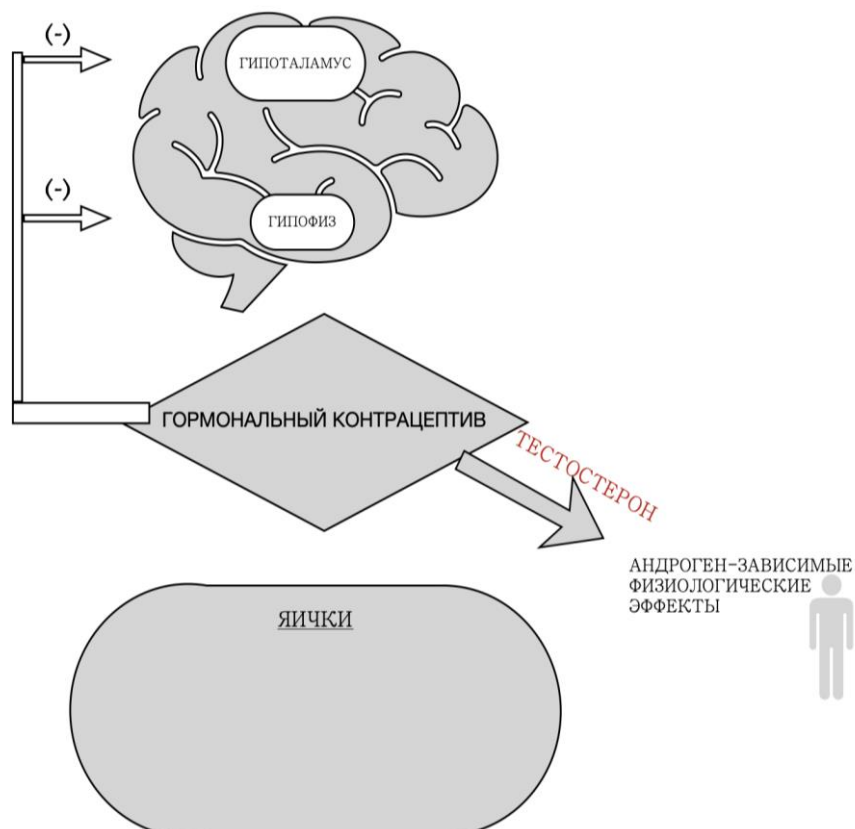


Рис. 2 – Механизм действия гормональной контрацепции

Landmark World Health Organization исследованиям продемонстрировано подавление сперматогенеза и предотвращение наступления беременности при использовании препаратов с тестостероном [41], [42]; Аналогичные результаты наблюдались позднее в случае с новыми разработками [43]. Однако значительные побочные эффекты, ассоциированные с действием высоких доз тестостерона, в испытаниях с сингулярно-андрогенной терапией (акне,

измененное либидо, ночная потливость, увеличение массы тела и изменчивость настроения) и отсутствие достаточной эффективности подтолкнули исследователей к разработке комбинированной терапии. Целью комбинированной терапии является эффективное создание стерильности при использовании тестостерона в более низких дозах для поддержания физиологического уровня и уменьшения побочных эффектов.

### Тестостерон-прогестиновые лекарственные препараты

Терапия комбинацией андроген-прогестин показала себя не только более безопасной, но и более эффективной в подавлении сперматогенеза [44]. Эти два стероида обладают синергическим и аддитивным (добавочным) действием на гипоталами-гипофизарно-гонадную ось, что обеспечивает более быстрое и глубокое достижение подавляющего эффекта на сперматогенез и гонадотропины по сравнению с моно-терапией любым из этих составляющих. Добавление прогестина позволяет сделать препарат безопаснее посредством уменьшения дозировки вводимого тестостерона, тем самым снизив риск возникновения побочных эффектов, ассоциированных с концентрациями тестостерона, превышающими физиологические [45]. В итоге подобной комбинацией достигается эффективность, сопоставимая с таковой в случае женской гормональной контрацепцией.

В случае комбинированной терапии побочные эффекты, как правило, коррелируют с соответствующим типом используемого прогестина. Прогестины нортестостеронового происхождения сохраняют андрогенную активность и их применение нередко приводит к андроген-ассоциированным негативным эффектам, как, например, набор веса, акне и снижение уровня ЛПВП. Результаты плацебо-контролируемых испытаний терапии этоногестрела и тестостерона ундеканата (ТУ) оказались многообещающими [46]. В данном исследовании наиболее распространенными осложнениями являлись нестабильность и изменчивость настроения, снижение либидо, акне, набор веса, ночная потливость. В то время как среди испытуемых, получавших реальную терапию, 93% заявили о наличии побочных эффектов, среди мужчин, получавших плацебо, с такими же заявлениями выступил 81%, что говорит о чрезвычайной субъективности в оценке негативного влияния мужской контрацепции на организм. Показатели выкидышей были сходны с таковыми в общей популяции (6–11% и 8–20% соответственно), врожденных пороков - 0.9–1.8%, что является крайне небольшим показателем [47].

Различные прогестины показали разную степень своей эффективности. Комбинация ТУ с этоногестрелом (активным метаболитом дезогестрела) была изучена в 2008 году в обширном исследовании, включающем группу из 354 мужчин [46]. В испытаниях сочетанное действие этоногестрел-подкожного импланта с 750 мг или 1000 мг ТУ каждые 10-12 недель было ассоциировано с подавлением сперматогенеза и достижением значений 1 миллион/мл. Подобная терапия была обратима и хорошо перенесена.

В другом небольшом исследовании рассматривалась комбинация гранул тестостерона - четыре 200 мг импланта каждые 4-6 месяцев, с 300 мг медроксипрогестерона ацетата (МПА), вводимых каждые 3 месяца. Терапия показала свою контрацептивную эффективность, обратимость и краткосрочную безопасность [48]. Среди побочных эффектов отмечались типичные симптомы андрогенной недостаточности, изменчивость настроения, а также в ряде случаев наблюдались проблемы с самими имплантами - гранулами.

В 2001 была испытана комбинация инъекционного депо 1000 мг ТУ в сочетании с энантатом норэтистерона (NETE), иначе называемым энантат норэтиндрона - формой моно-прогестоген-контрацептива, в дозировке 200 мг. Размер интервала между введениями составил 6 недель. В результате было достигнуто глубокое подавление сперматогенеза без появления серьезных побочных эффектов [49]. В последующем исследовании, проводившемся 48 недель, интервал между повторными инъекциями составил уже 8 недель. В 9 из 10 случаев была достигнута азооспермия, во всех случаях наблюдалась олигозооспермия (<1 миллиона/мл) [50]. Дальнейшее увеличение интервала между повторными инъекциями уже не позволяло достичь желаемой эффективности, что было продемонстрировано уже при промежутке в 12 недель.

Впоследствии появилась идея о том, что ТУ and NETE можно растворять в касторовом масле с возможностью последующего одномоментного совместного их введения раз в 8 недель. Было проведено обширное мультинациональное исследование с целью подтвердить безопасность и эффективность комбинации 1000 мг ТУ с 200 мг NETE. Через 24 недели у 274 из 320 участников были достигнуты показатели 1 миллион спермиев на мл или менее [51]. За 56 недель в группе из 266 мужчин было установлено 4 беременности у их партнеров. За восстановительный период в 52 недели у 95% испытуемых был восстановлен сперматогенез (не менее 15 миллионов/мл и 39 миллионов в эякуляте). Что касается побочных эффектов, наблюдались следующие: акне, боли в области инъекции, миалгия, изменчивость настроения, повышение либидо. Также отмечено, что 6% мужчин отказались от участия из-за возникших осложнений. Комитет по безопасности даже предложил прекратить введение препарата и завершить исследование раньше назначенных сроков из-за сообщений об увеличении изменчивости настроения.

Подводя итог данного блока об общих моментах комбинированной гормональной мужской контрацепции, отметим несколько моментов. Именно в начале 2000-х было продемонстрировано, что комбинация андроген-прогестин терапии обеспечивала более физиологичные андрогеновые дозировки, устойчивое и стабильное подавление сперматогенеза и предотвращение беременности [52]. Позднее International Hormonal Male Contraception Summit Group составила обзор имеющихся данных с целью продемонстрировать, что андроген-прогестин комбинированная терапия:

- 1) может быть широко применена среди мужчин разных возрастов, этнических принадлежностей и других основополагающих характеристик [53], [54];
- 2) превосходит сингулярную андроген-терапию и опережает вазектомию по срокам начала достижения контрацептивного эффекта [54], [55];
- 3) а также обеспечивает полное восстановление сперматогенеза у всех мужчин до прежних уровней в рамках нормы фертильности в случае прекращения терапии [53].

Важно помнить, что на успешность фармакологического препарата во многом влияет и выбор лекарственной формы. Инъекционный, трансдермальный и пероральный – основные методы доставки разрабатываемых контрацептивных гормональных препаратов для мужчин.

Инъекционные методы, как правило, находят большую поддержку среди респондентов, чем, например, трансдермальный, что, вероятно, связано с большей уверенностью в гарантированности результата. Так, например, в итальянском исследовании 79% испытуемых отметили, что стали бы использовать данный метод при выходе его на рынок [56]. В Китае также сочли данный метод подходящим [57]. В то же время инъекционный метод введения может быть дискомфортным для каждого в разной степени. Для многих предпочтительной является оральная или трансдермальная форма приема, потому как она обеспечивает независимость от медицинской организации и не требует участие медицинского персонала [58]. Однако, что касается трансдермального метода, он имеет свои недостатки и не всегда удобен в применении. Данные опросов показывают, что лишь 56% испытуемых удовлетворены и довольны исследуемым гелевым методом трансдермальной доставки контрацептива и еще меньше стали бы рекомендовать его [59].

Согласно словам ведущего исследователя, доктора медицинских наук, профессора медицины в Вашингтонском университете Стефании Пейдж [60], мужчины более склонны предпочесть ежедневную таблетку трансдермальным составам и инъекциям в качестве обратимого метода контрацепции. Однако, к несчастью, нередко реализация методов перорального поступления препарата сталкивается с проблемой гепатотоксичности, связанной с метилтестостероном или с необходимостью приема препарата несколько раз в день в случае с TU [61].

Революционная комбинация метода доставки и состава мужских гормональных контрацептивов – Диметандролона Ундеканойт – ДМАУ.

Одной из последних разработок является препарат, имеющий в составе ДМАУ – CDB-4521 – эфир диметандролона. Это дериват (производное) 19-нортестостерона – 7- $\alpha$ , 11- $\beta$ -диметил 19-нортестостерон ундеканойт. Предыдущие разработки для перорального приема имели побочные эффекты, связанные с печеночной токсичностью из-за потребности в многократном приеме ежедневно ввиду быстрого выведения из организма. Рассматриваемый же препарат за счет составляющей части “ундеканойт” – компонента длинноцепочечной жирной кислоты, препятствует быстрому выведению из организма.

Метаболизм. ДМАУ превращается в свой активный метаболит — диметиландролон (ДМА) посредством реакции гидролиза.

ДМАУ является экспериментальным анаболическим андрогенным стероидом (ААС) и прогестагенным препаратом, который в настоящее время еще не одобрен для медицинского применения [62], [63]. То есть вещество обладает двойной активностью – андрогенной и прогестагенной, согласно преclinical исследованиям.

История появления и применения. Впервые ДМАУ был описан в 2002 году. Он был разработан Отделением разработки противозачаточных средств Национального института здоровья детей и человеческого развития, агентства при правительстве Соединенных Штатов. Форма препарата подразумевает пероральный прием.

Действие. Как уже было сказано, ДМАУ относится к группе ААС. Представители данной фармакологической группы препаратов имитируют действие собственных гормонов человека, в частности тестостерона. Соответственно, ДМАУ является агонистом рецептора андрогена, приводя, при взаимодействии с рецепторами, к отклику биологических мишеней андрогенов, например, тестостерона. ДМАУ также является прогестином – синтетическим прогестагеном и, следовательно, является агонистом рецептора прогестерона и вызывает отклик биологических мишеней таких прогестагенов, как прогестерон. ДМАУ не обладает эстрогенным действием.

Благодаря своей андрогенной и прогестагенной активности ДМАУ и обладает антигонадотропным действием. Итогом действия является обратимое снижение уровня эндогенного тестостерона, антигонадотропное действие, подавление сперматогенеза и контрацептивный эффект у мужчин.

Препарат с ДМАУ глубоко и быстро обратимо подавляют выработку тестостерона в яичках при приеме внутрь один раз в день в течение месяца. Уровни циркулирующего тестостерона, достигаемые в течение тест-периода перорального приема ДМАУ, эквивалентны тем, которые наблюдались в среднем при хирургической кастрации (13,4 нг/дл для ДМАУ, 15 нг/дл для кастрации; нормальный уровень тестостерона в среднем у здорового взрослого мужчины составляет 315-1000 нг/дл [64]. При этом важное значение имеет то, что после прекращения приема Диметандролона ундеканойта уровень тестостерона начинает восстанавливаться в течение нескольких дней и достигает нормального уровня в течение месяца.

Отмечается, что ДМАУ не снижает активность и количество 5- $\alpha$ -редуктазы. Стероидная 5- $\alpha$ -редуктаза относится к группе 5- $\alpha$ -редуктаз (3-оксо-5 $\alpha$ -стероид-4-дегидрогеназ), участвующих в метаболизме стероидов. Они участвуют в трех метаболических процессах: биосинтезе желчных кислот, метаболизме андрогенов и эстрогенов. Данный фермент имеет 3 изоформы: стероидная 5- $\alpha$ -редуктаза 1, 2 и 3 (SRD5A1, SRD5A2 и SRD5A3), содержание которых варьируется в зависимости от ткани и от возраста. 5- $\alpha$ -редуктаза локализуется в ядрах стромальных клеток простаты и катализирует необратимую трансформацию тестостерона в дигидротестостерон.

Дигидротестостерон связывается с ядерным андрогенным рецептором в простатических стромальных клетках и приводит к секреции паракринных факторов роста, которые диффундируют из стромы в эпителий простаты, стимулируя рост и дифференцировку клеток. В здоровой предстательной железе поддерживается гомеостаз пролиферативных и апоптотических процессов в эпителиальных и стромальных клетках. Избыточная же продукция дигидротестостерона может привести к таким андроген-зависимым состояниям, как доброкачественная гиперплазия простаты (ДГПЖ), рак простаты, акне, алопеция и др. Поэтому для лечения этих состояний патогенетически оправданным является назначение ингибиторов 5- $\alpha$ -редуктазы [65]. Блокируя 5- $\alpha$ -редуктазу, они снижают концентрацию ДГТ, индуцируют апоптоз простатических эпителиальных клеток, при длительном применении уменьшают объем простаты в среднем на 15–25% и увеличивают пиковую скорость мочеиспускания, таким образом устраняя механический компонент обструкции при ДГПЖ.

ДМАУ же не является субстратом для 5- $\alpha$ -редуктазы и, следовательно, не потенцируется и не инактивируется в тканях, которые экспрессируют 5 $\alpha$ -редуктазу, как кожа, волосные фолликулы и предстательная железа. Таким образом, учитывая снижение выработки естественного тестостерона организмом, ДМАУ может иметь пониженный риск андрогенных побочных эффектов и андроген-зависимых состояний, таких как акне, алопеция, рост волос на теле, доброкачественная гиперплазия простаты и рак простаты по сравнению с тестостероном и некоторыми другими ААС.

### Доказанная Эффективность

В 2018 году на 100-й Ежегодной встрече общества эндокринологов в Чикаго (ENDO 2018) была представлена инновационная разработка - противозачаточная пиллюля для мужчин - диметандролон ундеcanoат или ДМАУ [62, 63], принимается один раз в день, подобно своим женским аналогам. Новое средство контрацепции было протестировано на 83 из 100 участвовавших здоровых мужчинах в возрасте 18-50 лет в Медицинском центре Университета Вашингтона и в медицинском центре Harbour-UCLA в калифорнийском Торрансе [63]. Было несколько групп: по суточным дозировкам (100, 200 и 400 миллиграммов средства в день) и по формам в капсулах (кастовое масло или порошки). В каждой доз-группе было по 5 испытуемых, выбранных случайным образом, которые получали плацебо. Тест-период приема препарата составлял 28 дней; прием осуществлялся с пищей (что обеспечивало большую эффективность). В первый и последний дни исследования у испытуемых брались анализы крови для определения уровней гормонов и холестерина.

Препарат успешно прошел испытания, продемонстрировав эффективность, безопасность и отсутствие влияния на либидо. Результаты показали, что наибольшей дозировке в 400 миллиграмм/сут наблюдалось выраженное снижение уровня тестостерона и других гормонов, необходимых для производства сперматозоидов. Уровень сывороточного тестостерона в организме был ожидаемо низок. За месяц испытуемыми почти не ощущались изменения гормонального фона и симптомы, традиционно связываемые с дефицитом или избытком этого гормона. Из нежелательных эффектов у всех мужчин наблюдались незначительные увеличение массы тела и снижение ЛПВП, защищающего кровеносные сосуды от разрушения и снижающего риск инфарктов и инсультов. Все испытуемые успешно прошли испытания на безопасность, включая маркеры на функции печени и почек - у всех испытуемых они были в норме. Стоит также отметить, что у женских оральных контрацептивов гораздо больше побочных эффектов (например, межменструальные и обильные менструальные кровотечения, дурнота, рвота, диарея, головные боли, значительная абдоминальная боль, являющаяся симптомом более серьезных осложнений).

В данный момент проводятся долгосрочные исследования для подтверждения безопасности и эффективности ДМАУ в качестве ежедневно принимаемого контрацептива.

Дополнительные показания. Помимо мужской контрацепции, ДМАУ представляет интерес в качестве потенциального препарата для заместительной андрогенной терапии в случаях низких уровней тестостерона у мужчин.

Возможными побочными эффектами ДМАУ являются незначительное увеличение веса, умеренное снижение уровня ЛПВП, повышенный гематокрит, низкий уровень эстрогена и связанные с ним симптомы (снижение либидо, сниженная эректильная функция, снижение минеральной плотности костей, результирующее в остеопорозе и др). Отдельно выделяют печеночную токсичность (вариативность в зависимости от дозировок и схемы приема): было обнаружено, что ДМАУ оказывает некоторые эффекты, указывающие на потенциальную токсичность для печени, при пероральном введении животным. При сравнении действия и метаболизма ДМАУ с некоторыми другими веществами (трестолон (7- $\alpha$ -метил-19-нортестостерон, который используется в том числе для лечения низкого уровня тестостерона у мужчин) (+), 11- $\beta$ -метил-19-нортестостерон 17- $\beta$ -додецил карбонат (-)) были выявлены потенциальные признаки токсического действия на печень, что позволяет предположить, что метильная группа C7 $\alpha$  ДМАУ может способствовать печеночной токсичности. В то же время, в клиническом исследовании при оценке действия ДМАУ в течение месяца, результаты говорят о безопасности для функции печени и почек.

### Выводы

Таким образом, был рассмотрен вопрос гормональной мужской контрацепции. В частности, инновационный препарат ДМАУ в краткосрочных клинических испытаниях показал свою безопасность, обратимость и эффективность. Соответствующие исследования были сопоставлены авторами с данными об иных лекарственных составах, а также о других формах доставки препаратов. К сожалению, на данный момент ряд многообещающих перспективных методов находятся на первых этапах тестирования, в то время как другая часть исследований по их разработке оказалась прекращена. Данным анализом, основанным на рассмотрении имеющихся литературных источников, была продемонстрирована целесообразность дальнейших исследований и разработок в данном направлении, обусловленная возросшим спросом.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Bearak J. Global, regional, and subregional trends in unintended pregnancy and its outcomes from 1990 to 2014: estimates from a Bayesian hierarchical model / Bearak J, Popinchalk A, Alkema L, et al. //Lancet Glob Health 2018; 6: e380–e389.
2. Sizar O. Androgen Replacement / Sizar O, Pico J. 2020 May 24. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan–. PMID: 30521274..
3. Basaria S. Hypogonadism and androgen replacement therapy in elderly men / Basaria S., Dobs A.S. // Am JMed 2001; 110: 563-572. DOI: dx.doi.org/10.1016/S0002-9343(01)00663-5.



4. Hammes S.R. Impact of estrogens in males and androgens in females / Hammes S.R., Levin E.R. // J Clin Invest. 2019;129(5):1818-1826. DOI:10.1172/JCI125755
5. Mooradian A.D. Biological actions of androgens / Mooradian A.D., Morey J.E., Korenman S.G. // Endocrinol Rev 1987; 8: 1-28. DOI: dx.DOI.org/10.1210/edrv-8-1-1.
6. Kirby M. Testosterone and the Heart / Kirby M, Hackett G, Ramachandran S. // Eur Cardiol. 2019;14(2):103-110. Published 2019 Jul 11. DOI:10.15420/ecr.2019.13.1
7. Andrology. / Eds. E. Nieschlag, H.M. Behre. 2nd Edition Male Reproductive Health and Dysfunction, 2001: 52-70.
8. Behre H.M. Potential of testosterone buciclate for male contraception: endocrine differences between responders and nonresponders / Behre H.M., Baus S., Kliesch S., et al. // J Clin Endocrinol Metab. 1995;80(8):2394-2403. DOI:10.1210/jcem.80.8.7543113
9. Harvey N.C. Measures of Physical Performance and Muscle Strength as Predictors of Fracture Risk Independent of FRAX, Falls, and aBMD: A Meta-Analysis of the Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Study / Harvey NC, Odén A, Orwoll E, et al. // J Bone Miner Res. 2018;33(12):2150-2157. DOI:10.1002/jbmr.3556
10. Finkelstein J.S. Increases in bone density during treatment of men with idiopathic hypogonadotropic hypogonadism / Finkelstein J.S., Klibanski A. Neer R.M., et al. // J Clin Endocrinol Metab 1989;69:776-83. DOI: dx.DOI.org/10.1210/jcem-69-4-776#sthash.nUyUDKxi.dpuf.
11. Elliott J. Testosterone therapy in hypogonadal men: a systematic review and network meta-analysis / Elliott J, Kelly SE, Millar AC, et al. // BMJ Open. 2017;7(11):e015284. Published 2017 Nov 16. DOI:10.1136/bmjopen-2016-015284
12. Antonio L. Associations between sex steroids and the development of metabolic syndrome: a longitudinal study in European men / Antonio L., Wu F.C.W., O'Neill T.W. et al. // J Clin Endocrinol Metab 2015; 100(4):1396-1404. DOI: 10.1210/jc.2014-4184.
13. Morgentaler A. Testosterone therapy and cardiovascular risk: advances and controversies / Morgentaler A., Miner M.M., Caliber M., et al. // Mayo Clin Proc 2015; 90(2):224-251. DOI: 10.1016/j.mayocp.2014.10.011.
14. Ullah M.I. Testosterone deficiency as a risk factor for cardiovascular disease. Testosterone deficiency as a risk factor for cardiovascular disease / Ullah M.I., Washington T., Kazi M. // Horm Metab Res 2011; 43(03):153-164. DOI: 10.1055/s-0030-1270521.
15. Khaw K.T. Endogenous testosterone and mortality due to all causes, cardiovascular disease, and cancer in men: European prospective investigation into cancer in Norfolk (EPIC-Norfolk) / Khaw KT., Dowsett M., Folkard E, et al. // Prospective Population Study. Circulation 2007; 116(23):2694-7012007.
16. Muraleedharan V. Testosterone deficiency is associated with increased risk of mortality and testosterone replacement improves survival in men with type 2 diabetes / Muraleedharan V., Marsh H., Kapoor D., et al. // Eur J Endocrinol 2013; 169(6):725-733. DOI: 10.1530/eje-13-0321.
17. Shores M.M. Testosterone treatment and mortality in men with low testosterone levels / Shores M.M., Smith N.L., Forsberg C.W. et al. // J Clin Endocrinol Metab 2012; 97(6):2050-2058. DOI: 10.1210/jc.2011-2591.
18. Baillargeon J. Risk of myocardial infarction in older men receiving testosterone therapy / Baillargeon J., Urban R.J., Kuo Y.F., et al. // Ann Pharmacother 2014;48(9): 1138-1144. DOI: 10.1177/1060028014539918.
19. Sharma R. Normalization of testosterone level is associated with reduced incidence of myocardial infarction and mortality in men / Sharma R., Oni O.A., Gupta K., et al. // Eur Heart J 2015; 36(40):2706-2715. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv346.
20. Anderson J.L. Impact of testosterone replacement therapy on myocardial infarction, stroke, and death in men with low testosterone concentrations in an integrated health care system / Anderson J.L., May H.T., Lappe D.L., et al. // Am J Cardiol 2016; 117(5):794-799. DOI: 10.1016/j.amjcard.2015.11.063.
21. Corona G. Cardiovascular risk associated with testosterone-boosting medications: a systematic review and meta-analysis / Corona G., Maseroli E., Rastrelli G., et al. // Expert Opin Drug Saf 2014;13(10):1327-1351. DOI: 10.1517/14740338.2014.950653.
22. Dhindsa S. Insulin resistance and inflammation in hypogonadotropic hypogonadism and their reduction after testosterone replacement in men with type 2 diabetes / Dhindsa S., Ghanim H., Batra M., et al. // Diabetes Care 2016; 39(1):82-91. DOI: 10.2337/dc15-1518.
23. Allan C.A. Testosterone therapy prevents gain in visceral adipose tissue and loss of skeletal muscle in nonobese aging men / Allan C.A., Strauss B.J.G., Burger H.G., et al. // J Clin Endocrinol Metab 2008; 93(1):139-146. DOI: 10.1210/jc.2007-1291.
24. Traish A.M. Outcomes of testosterone therapy in men with testosterone deficiency (TD): Part II. Steroids 2014 / Traish A.M.; 88:117-126. DOI: 10.1016/j.steroids.2014.05.004.
25. Baillargeon J. Risk of venous thromboembolism in men receiving testosterone therapy / Baillargeon J., Urban R.J., Morgentaler A., et al. // Mayo Clin Proc. 2015; 90(8): 1038-1045. DOI: 10.1016/j.mayocp.2015.05.012.
26. Laaksonen D.E. Testosterone and sex hormone-binding globulin predict the metabolic syndrome and diabetes in middle-aged men / Laaksonen D.E., Niskanen L., Punnonen K., et al. // Diabetes Care 2004; 27(5):1036-1041. DOI: 10.2337/diacare.27.5.1036.
27. Nieschlag E. Classification of andrological disorders. In Andrology: Male reproductive health and dysfunction. [Nieschlag E and Behre HM eds]. 2nd ed 2000; Berlin, Springer/ P. 83-88. DOI: DOI.org/10.1007/978-3-662-04491-9\_5.
28. Wu F.C.W. Identification of late-onset hypogonadism in middle-aged and elderly men / Wu F.C.W. Tajar A., Beynon J.M., et al. // N Engl J Med 2010; 363(2):123-135. DOI: 10.1056/NEJMoa0911101.
29. Finkelstein J.S. Gonadal steroid-dependent effects on bone turnover and bone mineral density in men / Finkelstein J.S., Lee H., Leder B.Z., et al. // J Clin Invest. 2016;126(3):1114-1125. DOI:10.1172/JCI84137
30. Ohlsson C. High serum testosterone is associated with reduced risk of cardiovascular events in elderly men / Ohlsson C, Barrett-Connor E, Bhasin S, et al. // J Am Coll Cardiol 2011; 58(16):1674-1681. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.07.019.

31. Shcheplev P. A. Andrology. Clinical recommendations / P. A. Shcheplev. 2nd edition, supplemented and revised. Moscow: Medpraktika — M Publishing House, 2012, p. 103.
32. Bagatell C.J. Androgens in men — uses and abuses / Bagatell C.J., Bremner W.J. // *N Engl J Med* 1996; 334: 707-714.
33. Morgentaler A. Testosterone and prostate cancer: an historical perspective on a modern myth / Morgentaler A. // *Eur Urol* 2006; 50(5):935-939. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.06.034.
34. Cui Y. The effect of testosterone replacement therapy on prostate cancer: a systematic review and meta-analysis / Cui Y., Zong H., Yan H., et al. // *Prostate Cancer Prostatic Dis* 2014; 17(2):132-143. DOI: 10.1038/pcan.2013.60.
35. Hormones E. Endogenous sex hormones and prostate cancer: a collaborative analysis of 18 prospective studies / Hormones E. // *J Natl Cancer Inst* 2008; 100(3):170-183. DOI: 10.1093/jnci/djm323.
36. Khera M. A new era of testosterone and prostate cancer: from physiology to clinical implications / Khera M., Crawford D., Morales A., et al. // *Eur Urol* 2014; 65(1):115-123. DOI: 10.1016/j.eururo.2013.08.015.
37. Wang C. Hormonal approaches to male contraception / Wang C., Swerdloff R.S. // *Curr Opin Urol* 2010; 20: 520–524.
38. Nieschlag E. The struggle for male hormonal contraception / Nieschlag E. // *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2011; 25: 369–375.
39. Ilani N. Male hormonal contraception: potential risks and benefits / Ilani N., Swerdloff R.S., Wang C. // *Rev Endocr Metab Disord* 2011; 12: 107–117.
40. Amory J.K. Progress and prospects in male hormonal contraception / Amory J.K. // *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2008; 15: 255–260.
41. WHO Task Force on Methods for the Regulation of Male Fertility 1990 Contraceptive efficacy of testosterone-induced azoospermia in normal men. *Lancet* 336:955–959.
42. WHO Task Force on Methods for the Regulation of Male Fertility 1996 Contraceptive efficacy of testosterone-induced azoospermia and oligozoospermia in normal men. *Fertil Steril* 65:821– 829.
43. Gu Y.Q. A multicenter contraceptive efficacy study of injectable testosterone undecanoate in healthy chinese men / Gu Y.Q., Wang X.H., Xu D., et al. // *J Clin Endocrinol Metab* 88:562–568.
44. Liu P.Y. Male hormonal contraception: so near and yet so far / Liu P.Y., McLachlan R.I. // *J Clin Endocrinol Metab* 2008; 93: 2474–2476
45. Meriggiola M.C. A review of androgen-progestin regimens for male contraception / Meriggiola M.C., Farley T.M.M., Mbitzo M.T. // *J Androl* 2003; 24: 466–483.
46. Mommers E. Male hormonal contraception: a double-blind, placebo-controlled study / Mommers E., Kersemaekers W.M., Elliesen J., et al. // *J Clin Endocrinol Metab* 2008; 93: 2572–2580.
47. Piotrowska K. Male hormonal contraception: hope and promise / Piotrowska K., Wang C., Swerdloff R.S., et al. // *Lancet Diabetes Endocrinol* 2017; 5: 214–223.
48. Turner L. Contraceptive efficacy of a depot progestin and androgen combination in men / Turner L., Conway A.J., Jimenez M., et al. // *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 4659–4667.
49. Kamischke A. Intramuscular testosterone undecanoate and norethisterone enanthate in a clinical trial for male contraception / Kamischke A., Venharm S., Plöger D., et al. // *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86: 303–309
50. Meriggiola M.C. Norethisterone enanthate plus testosterone undecanoate for male contraception: effects of various injection intervals on spermatogenesis, reproductive hormones, testis, and prostate / Meriggiola M.C., Costantino A., Saad F., et al. // *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 2005–2014
51. Behre H.M. Efficacy and safety of an injectable combination hormonal contraceptive for men / Behre H.M., Zitzmann M., Anderson R.A., et al. // *J Clin Endocrinol Metab* 2016; 101: 4779–4788.
52. Turner L. Contraceptive efficacy of a depot progestin and androgen combination in men / Turner L., Conway A.J., Jimenez M., et al. // *J Clin Endocrinol Metab* 88:4659 – 4667.
53. Liu P.Y. Hormonal Male Contraception Summit Group 2006 Rate, extent and modifiers of spermatogenic recovery after hormonal male contraception: an integrated analysis / Liu P.Y., Swerdloff R.S., Christenson P.D., et al. // *Lancet* 367:1412–1420.
54. Liu P.Y. 2008 Determinants of the rate and extent of spermatogenic suppression during hormonal male contraception: an integrated analysis / Liu P.Y., Swerdloff R.S., Anawalt B.D., et al. // *J Clin Endocrinol Metab* 93:1774 –1783.
55. Marwood R.P. Disappearance of spermatozoa from the ejaculate after vasectomy / Marwood R.P., Beral V. // *Br J Med* 1:87.
56. Meriggiola M.C. Acceptability of an injectable male contraceptive regimen of norethisterone enanthate and testosterone undecanoate for men / Meriggiola M.C., Cerpolini S., Bremner W.J., et al. // *Hum Reprod Oxf Engl* 2006; 21: 2033–2040.
57. Zhang L. The acceptability of an injectable, once-a-month male contraceptive in China / Zhang L., Shah I.H., Liu Y., et al. // *Contraception* 2006; 73: 548–553. [PubMed] [Google Scholar].
58. Martin C.W. Potential impact of hormonal male contraception: cross-cultural implications for development of novel preparations / Martin C.W., Anderson R.A., Cheng L., et al. // *Hum Reprod Oxf Engl* 2000; 15: 637–645.
59. Roth M.Y. Characteristics associated with suppression of spermatogenesis in a male hormonal contraceptive trial using testosterone and Nestorone® gels / Roth M.Y., Ilani N., Wang C., et al. // *Andrology* 2013; 1: 899–905.
60. Dimethandrolone undecanoate shows promise as a male birth control pill. — [Electronic resource]. — URL: <https://www.endocrine.org/news-and-advocacy/news-room/2018/dimethandrolone-undecanoate-shows-promise-as-a-male-birth-control-pill>. (accessed: 12.03.2021)
61. Meriggiola M.C. An oral regimen of cyproterone acetate and testosterone undecanoate for spermatogenic suppression in men / Meriggiola M.C., Bremner W.J., Costantino A., et al. // *Fertil Steril* 1997; 68: 844–850.
62. Phase 1 Study of Dimethandrolone Undecanoate in Healthy Men (DMAYPhase1) // [clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov) [Electronic resource]. — URL: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01382069?term=DMAY&draw=2&rank=3> (accessed: 20.12.2020)
63. Thirumalai A, Ceponis J, Amory JK, et al. Effects of 28 days of oral dimethandrolone undecanoate in healthy men: a prototype male pill. // *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. February 2019. №Volume 104, Issue 2. C. Pages 423–432.
64. Kaufman J.M., Vermeulen A. The decline of androgen levels in elderly men and its clinical and therapeutic implications. *Endocr Rev*. 2005;26(6):833–876.
65. Alpha-reductase inhibitors: what's new? // <http://journals.lww.com> [Electronic resource]. — URL: [https://journals.lww.com/co-urology/Abstract/2003/01000/5\\_Alpha\\_reductase\\_inhibitors\\_\\_what\\_s\\_new\\_.6.aspx](https://journals.lww.com/co-urology/Abstract/2003/01000/5_Alpha_reductase_inhibitors__what_s_new_.6.aspx) (accessed: 03.02.2021).

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.048>**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕРМОФОРМОВАНИЯ ЭЛАЙНЕРОВ**

Обзорная статья

**Дегтев И.А.<sup>1,\*</sup>, Казумян С.В.<sup>2</sup>, Биалова Ф.А.<sup>3</sup>, Борисов В.В.<sup>4</sup>, Басин Е.М.<sup>5</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-9256-8741;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-1420-0770;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-2332-7551;<sup>4</sup> ORCID: 0000-0001-6233-0775;<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия

\* Корреспондирующий автор (funnybarboss[at]mail.ru)

**Аннотация**

Примерно у 80% населения обнаруживаются те или иные нарушения нормальной физиологии височно-нижнечелюстного сустава, это связано со сложностью задач, стоящих перед ВНЧС, и его топографической особенностью. Примерно трети пациентов, приходящих из-за проблем с ВНЧС, требуется специализированное ортодонтическое лечение с помощью различных ортодонтических конструкций. Современный метод лечения патологического прикуса с помощью элайнеров позволяет не только добиться исправления патологии, но и выполнить ортодонтическое лечение комфортно для пациента. Сегодня в своей работе стоматологи-ортодонты все чаще используют систему коррекции прикуса, основанную на применении элайнеров, а не более традиционную брекет-систему. Это объясняется рядом преимуществ, которые заключены в использовании элайнеров: они относятся к съемным ортопедическим конструкциям, то есть в отличие от брекет-систем могут сниматься, что обеспечивает легкую гигиену полости рта, элайнеры изготавливаются индивидуально для каждого пациента (под его модель челюсти), их ношение незаметно, что способствует психологическому комфорту пациента. Цель данной работы - обзор методов работы с элайнерами и материалов, которые используются для их изготовления.

**Ключевые слова:** элайнеры, полимеры в стоматологии, термоформование, биополимеры для элайнеров.

**MATERIALS FOR ALIGNER THERMOFORMING**

Review article

**Degtev I.A.<sup>1,\*</sup>, Kazumyan S.V.<sup>2</sup>, Bilalova F.A.<sup>3</sup>, Borisov V.V.<sup>4</sup>, Basin E.M.<sup>5</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-9256-8741;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-1420-0770;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-2332-7551;<sup>4</sup> ORCID: 0000-0001-6233-0775;<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

\* Corresponding author (funnybarboss[at]mail.ru)

**Abstract**

Approximately 80% of the population have physiology disorders of the temporomandibular joint due to the complexity of its functions and topographical characteristics. Approximately one third of patients with TMJ problems require specialized orthodontic treatment with various orthodontic designs. The modern method of treating malocclusion with the help of aligners allows not only to correct the pathology but also to perform orthodontic treatment while retaining the comfort of patients. Today, orthodontists are increasingly using a bite correction system based on the use of aligners rather than a more traditional bracket system. This is due to a number of advantages in the use of aligners: they belong to removable orthodontic appliances, which, unlike braces, can be removed, therefore providing easy oral hygiene. These aligners are made individually for each patient (based on the model of their jaw), wearing them is unobstructive, which contributes to the psychological comfort of the patient. The purpose of this paper is to review the methods of working with aligners and the materials used for their manufacture.

**Keywords:** aligners, polymers in dentistry, thermoforming, biopolymers for aligners.

**Введение**

Первое впечатление о человеке мы делаем, часто исходя из его внешнего вида. Широкая улыбка, правильные пропорции лица, хорошая одежда - эти факторы располагают к вам, производят приятное впечатление. Благодаря этому достигается лучшая социализация человека. Элайнеры-это съемный ортодонтический аппарат, представляющий собой специальные каппы на зубы из поликарбоната. Были разработаны в 1998 году компанией Инвизилайт (Invisalign 1998), с 2008 года производятся в России. Актуальность их использования растет с каждым годом.

Основными преимуществами элайнеров являются: эстетичность конструкции - незаметны на зубах человека, легкость осуществления индивидуальной гигиены - их можно снимать и надевать без помощи врача, они не повреждают слизистую полости рта (гладкая поверхность) и эмаль зубов (к зубам не надо приклеивать жестких металлических или керамических пластинок, есть лишь замки из биосовместимого пластика), к элайнерам быстро привыкаешь и они не ощущаются во рту [1]. Недостатками элайнеров являются: ограниченный функционал- с их помощью нельзя вылечить пациента с сильной патологией прикуса (при тремах и диастемах), а также их цена.

### Процесс создания элайнера

Многоэтапное создание элайнеров начинается в кабинете стоматолога. Сначала врач снимает слепок с челюсти пациента, на которой будет производиться лечение. Затем производится 3D(трехмерное) -сканирование этого слепка [2], [3]. В случае, если врач использует инфраоральный сканер, то он получает 3D модель, которая сразу выводится на компьютере. По завершении сканирования стоматолог вносит скан в компьютерную программу, позволяющую наглядно показать пациенту состояние до и после, в этой же программе создается серия 3D-моделей будущих элайнеров, затем они распечатываются и отправляются на производство капп.

### Материалы

В производстве на данный момент используются пластины из различных материалов, которые накладывают на модель челюсти пациента, затем помещают в вакуумформер, который придает пластине форму челюсти, потом готовая каппа может обдуваться специальным лаком, способствующим застыванию полимера [7]. Создается набор капп, которые пациент будет носить во время ортодонтического лечения. Характеристики элайнеров, такие как лучшая или худшая биосовместимость, гипоаллергенность, устойчивость к суровым условиям в ротовой полости, простота в формировании самой каппы и отделение от гипсовой модели челюсти зависят от материала пластин, которые будут использоваться в создании элайнера [8]. Первым типом материалов, является группа, созданная на основе винилацетатных соединений и полимеров-популярной комбинацией в наши дни. Рабочей формой являются тонкие пластины винилацетата и этилполимера толщиной от 2 до 4 мм, бесцветные или имеющие различные цветовые оттенки. Винилацетатные и этилполимерные пластинки выпускаются различной толщины, которая указывается на промышленной упаковке. При производстве элайнера материалы накладываются на готовую модель послойно, в определенной последовательности. Благодаря своим физическим свойствам, элайнер из этого материала успешно выдерживает динамическое воздействие, сочетает в нужных пропорциях мягкость и твердость. Материал может использоваться как универсальный, кроме случаев, когда планируется масштабное ортодонтическое вмешательство [6]. Вторым типом материалов является комбинация нейлона и силикона. С их помощью австралийская компания Myofunctional Research Co. (MRC) производят трейнеры (аналог элайнеров). Нейлон- его макромолекулы имеют конформацию плоского зигзага с образованием множественных водородных связей, из-за этого он обладает высокой степенью кристалличности (40—60 %) и температурами стеклования и плавления. Нейлон не растворяется в большинстве органических растворителей и не поддается воздействию слабых растворов кислот, щелочей и соленой воды. Для материала, который используется в изготовлении капп важна устойчивость при воздействии высоких температур (обработка в вакуумформере), нейлон такой устойчивостью обладает, но подвергается деструкции при воздействии УФ излучения. Поэтому он не применяется как самостоятельный материал. Из-за неустойчивости нейлона к УФ-излучению в трейнерах системы Myobrace он используется для создания каркаса, который облицовывают силиконом. Силикон, который состоит из цепочек из кремния и кислорода, устойчив к воздействию ультрафиолета и химически инертен, поэтому является отличным покрытием для нейлонового каркаса. Трейнеры из этого материала не рекомендуются к использованию в странах, где много яркого солнца (сильный ультрафиолетовый фон). Третьим типом материалов является полиуретан. Полиуретан является производным полиола и изоцианата. В стоматологии используется спросом как материал-эластомер, то есть тот, который после растяжения возвращается в свое исходное состояние. Также низкая масса, стойкость к кислотам и растворителям, возможность при производстве полиуретана запрограммировать необходимый коэффициент трения, и получить материал с очень низким или высоким показателем. Каппы из полиуретана невидимы. Пациент должен носить их весь день, делая перерывы лишь на прием пищи и чистку зубов. Therapon Transpa - новый материал от компании Zirkonzahn. Эта смола обладает высокой прозрачностью (что придает эстетический вид), материал полностью биосовместим, также смола легко обрабатывается и очень хорошо полируется. Материал отличается низким уровнем износа и особенно устойчив к деформации (что важно в жестких условиях ротовой полости). Материал может использоваться в случаях, когда требуется провести исправление диастем или трем. Duran-он же полиэстр, является невидимым ретейнером (часто имеет вид прозрачных капп из силикона), его сильные стороны: высокая химическая инертность, теплостойкость, прозрачность, высокая устойчивость к царапинам(ударопрочность) и легко очищаемая поверхность. Эти свойства Duran позволяют использовать его не только в стоматологии, но и во многих других областях. Выпускается в виде круглых пластин. Является часто используемым материалом в силу своих ударопрочности и инертности. Biocryl "C" и Biocryl "M"-материал из группы твердых пластин, которые не содержат остаточный мономер; выпускаются прозрачными, поверхность материала получается зеркальной или цветной (зеленый, синий) используется для изготовления протезов, шин, ортодонтических пластинок; хорошее соединение с автополимеризатами. Биопласт-гипоаллергенный пластик высокого качества, который используется для изготовления разной продукции (производится из возобновляемых источников биомассы, такие как кукурузный крахмал, солома, щепка, даже опилки). Он не содержит токсических веществ, поэтому абсолютно безопасен для организма. Компания SheyGroup производит пластины для термоформирования. Уникальностью этих пластин можно считать разнообразие цветов (красный, синий, белый с черным, фиолетовый) и форм (круглая, квадратная). Может использоваться пациентами, страдающими от аллергии [9], [10], [11].

### Заключение

На сегодняшний день наиболее популярными являются материалы на основе винилацетата, материал Duran, Bioplast. Выбор этих материалов обусловлен оптимальным соотношением цена-качество и максимальным функционалом. В данной статье было показано разнообразие современных пластиков для термоформирования элайнеров.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Список литературы / References**

1. Гянджали, Н.Т. Брекеты-техника или элайнеры / Н.Т. Гянджали // Бюллетень медицинских интернет-конференций, компьютерные и информационные науки. 2014. -4.-№4.-Р. 370-378.
2. Иванова В.А. Высокая точность конструкций при применении 3D-печати в имплантологии / В.А Иванова, В.В. Борисов, В.Н. Платонова, и др. // Актуальные проблемы медицины. 2020. - 43. -№1.-Р. 93-101.
3. Арыхова, Л.К. Цифровой дизайн улыбки / Л.К. Арыхова, В.В. Борисов, А.В. Севбитов // Вестник Авиценны. 2020. -22. -№2.-Р. 296-299.
4. Jindal, P., M. Mechanical and geometric properties of thermoformed and 3D printed clear dental aligners // F. Juneja, L. Siena, D. Bajaj, et al. // Am J Orthod Dentofacial Orthop - 2019 - Nov;156(5):694-701 - DOI: 10.1016/j.ajodo.2019.05.012.
5. Prozorova, G. F. Chemical modification of functional polymers / G.F. Prozorova, N.P. Kuznetsova, K.A. Korzhova // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020. -10.-№1.-Р. 169-173.
6. Штана В.С. Обзор современных материалов в ортопедической стоматологии / В.С. Штана, И.П. Рыжова // Актуальные проблемы медицины. 2019. -42.-№1.-Р. 55-66.
7. Волчкова И.Р. Влияние предварительной обработки поверхности термопластических материалов (полиэфирэфиркетона и полиоксиметилена на связывание с композитными и акриловыми материалами) / И.Р. Волчкова, А.В. Юмашев, В.Ю. Дорошина, и др. // Клиническая стоматология. 2018. № 2 (86). С. 78-80.
8. Шакарьянц А.А. Выбор пластин при изготовлении кап, необходимых для систем домашнего отбеливания, изготавливаемые методом термоформирования / А.А. Шакарьянц, С.Д. Даньшина // Актуальные вопросы стоматологии. материалы межрегиональной заочной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию профессора В.Ю. Миликевича. 2017. С. 414-417.
9. ProForm Keystone. Материалы для вакуумной формовки [Электронный ресурс] URL: [www.dental.ru/material\\_dlya\\_termoformirovaniya](http://www.dental.ru/material_dlya_termoformirovaniya) (дата обращения 24.09.2020)
10. Kopperud, H.M. Identification and quantification of leachable substances from polymer-based orthodontic base-plate materials / H.M. Kopperud, I.S. Kleven H. Wellendorf // Eur J Orthod 2011 Feb;33(1):26-31.
11. Харитонов, Д.Ю. Сравнение морфологических и структурных характеристик костной ткани человека и остеопластического материала "Биопласт-Дент" / Д.Ю. Харитонов, Е.А. Домашевская, Е. Азарова и др. // Фундаментальные исследования. 2014. - 7. - №10. - Р. 1389-1394.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Ganjali, N. T. Bracket-technique or aligners. JOURNAL Vestnik medicinskih Internet-konferencij [Bulletin of medical Internet conferences, Computer and Information Sciences], 2014. -4.-№4.-P. 370-378. [in Russian]
2. Ivanova V. A. Vysokaja tochnost' konstrukcij pri ispol'zovanii 3D-pechati v implantologii [High accuracy of constructions when using 3D printing in implantology] / Ivanova V. A. V. V. Borisov, V. N. Platonova, et al. // Aktual'nye problemy mediciny [Actual problems of medicine], 2020. - 43. -№1.-P. 93-101. [in Russian]
3. Arachova, L. K. Cifrovoy dizajn ulybki [Digital smile design] / Arachova, L. K., V. V. Borisov, A.V. // Vestnik Avicenny [Bulletin of Avicenna], 2020. -22. -№2.-P. 296-299. [in Russian]
4. Jindal, P. Mechanical and geometric properties of thermoformed and 3D printed clear dental aligners / Jindal, P., M., F. Juneja, L. Siena, D. Bajaj, et al. // Am J Orthod Dentofacial Orthop - 2019 - Nov;156(5):694-701
5. Prozorova, G. F. Chemical modification of functional polymers / G. F. Prozorova, N. P. Kuznetsova, K. A. Korzhova // Izvestiya vuzov. Applied chemistry and biotechnology. 2020. -10.-№1.- P. 169-173.
6. Stana V. S. Obzor sovremennykh materialov v ortopedicheskoy stomatologii [Review of modern materials in prosthetic dentistry] / Stana V. S., I. P. Ryzhov // Aktual'nye problemy mediciny [Actual problems of medicine], 2019. -42.-№1.-P. 55-66. [in Russian]
7. Volchkova I.R. Vliyanie predvaritel'noi obrabotki poverkhnosti termoplasticheskikh materialov (poliefirfirketona i polioksimetilena na svyazyvanie s kompozitnymi i akrilovymi materialami) [Effect of surface pretreatment of thermoplastic materials (polyether etherketone and polyoxymethylene) on binding to composite and acrylic materials] / Volchkova I.R., Yumashev A.V., Doroshina V.Yu., et al. // Klinicheskaya stomatologiya [Clinical dentistry], 2018. № 2 (86). P. 78-80. [in Russian]
8. Shakaryan A.A. Vybory plastin pri izgotovlenii kapp, neobkhodimykh dlya sistem domashnego otbelivaniya, izgotavlivayemye metodom termoformirovaniya [Selection of plates for the production of mouthguards required for home bleaching systems, manufactured by thermoforming] / A.A. Shakaryan, S.D. Danshina // Aktual'nye voprosy stomatologii. materialy mezhregional'noi zaochnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 85-letiyu professora V.Yu. Milikevicha [Topical issues of dentistry. materials of the interregional correspondence scientific and practical conference with international participation dedicated to the 85th anniversary of Professor V. Yu. Milikevich] 2017. P. 414-417. [in Russian]
9. ProForm Keystone. Materials for vacuum forming [Electronic resource] URL: <https://clck.ru/UCMVJ> (accessed 24.09.2020)
10. Kopperud, H.M. Identification and quantification of leachable substances from polymer-based orthodontic base-plate materials / H.M. Kopperud, I.S. Kleven H. Wellendorf // Eur J Orthod 2011 Feb;33(1):26-31.
11. Kharitonov, D. Yu. Sravnenie morfologicheskikh i strukturnykh harakteristik kostnoj tkani cheloveka i osteoplasticheskogo materiala " Bioplast-Dent" [Comparison of morphological and structural characteristics of human bone tissue and osteoplastic material "Bioplast-Dent"] / Kharitonov, D. Yu., E. Domashevskaya, E. A. Azarova et al. // Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research], 2014. - 7. - №10. - P. 1389-1394. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.049>

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ  
ПРЕКРАЩЕНИЯ КАРАНТИННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА СИСТЕМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

Научная статья

**Жумалиева Ч.<sup>1</sup>, Дооронбекова А.<sup>2</sup>, Мукамбетов А.<sup>3</sup>, Кубатова А.<sup>4,\*</sup>, Эстебесова А.<sup>5</sup>, Ибрагимов Ш.<sup>6</sup>,  
Кутманова А.<sup>7</sup>, Усенбаев Н.<sup>8</sup>, Жороев А.<sup>9</sup>, Абдыкеримов С.<sup>10</sup>, Джангазиев Б.<sup>11</sup>, Молдокматова А.<sup>12</sup>**

<sup>4</sup> ORCID: 0000-0002-0693-6729;

<sup>12</sup> ORCID: 0000-0002-3006-3737;

<sup>1, 2, 4</sup> ОФ «Институт социального развития», Бишкек, Кыргызская Республика;

<sup>1, 4</sup> Научно-производственное объединение "Профилактическая медицина", Бишкек, Кыргызская Республика;

<sup>3, 6</sup> Фонд Сороса в Кыргызской Республике, Бишкек, Кыргызская Республика;

<sup>5</sup> Миссия ЮСАИД в Кыргызской Республике, Бишкек, Кыргызская Республика;

<sup>7</sup> Международная высшая школа медицины, Бишкек, Кыргызская Республика;

<sup>8, 10, 11</sup> Министерство Здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызская Республика;

<sup>9</sup> Департамент профилактики заболеваний и государственного санитарно-эпидемиологического надзора,  
Бишкек, Кыргызская Республика;

<sup>12</sup> Оксфордский университет, Оксфорд, Великобритания

\* Корреспондирующий автор (kubatova.aisuluu[at]gmail.com)

**Аннотация**

Моделирование — это инструмент, помогающий рассмотреть влияние различных вариантов вмешательств на ход эпидемии с учетом существующих неопределенностей в отношении природы вируса SARS-CoV-2 и его эпидемиологии. Для исследования был использован веб-интерфейс динамической модели SEIR, разработанной Консорциумом по моделированию эпидемии COVID-19 (CoMo) в сотрудничестве с Группой моделирования по вопросам глобального здоровья Оксфордского университета. Модель является дополнительным исследовательским инструментом для принятия решений по стратегическим вмешательствам в условиях существующей неопределенности. Индикаторы модели - новые случаи COVID-19 и случаи с летальным исходом, демографические данные населения с разбивкой на возрастные группы, объем запланированных больничных коек, коек в отделениях интенсивной терапии и аппаратов ИВЛ, различные сценарии нефармацевтических интервенций и т.д. Используя математическую модель, мы сравнили потенциальное воздействие полного и управляемого снятия карантинных ограничений на ход эпидемии COVID-19 и нагрузку на систему здравоохранения в КР.

Опираясь на результаты прогнозирования мы пришли к выводу, что полное снятие ограничений без последующих вмешательств могло вызвать значительный рост количества новых случаев заболевания, что привело бы к перегруженности системы здравоохранения, и как следствие, к высокому росту уровня смертности. Продление карантина еще на пять недель без принятия каких-либо дополнительных мер могло лишь отодвинуть по времени развитие пандемии, так как большинство населения оставалось бы восприимчивым к вирусу в силу ограничения контактов во время карантина, и после снятия ограничительных мер, инфекция могла бы быстро распространиться. Управляемое снятие карантинных ограничений помогло бы сгладить кривую заболеваемости, а это требовало принятия чрезвычайных мер как со стороны правительства, так и со стороны населения с целью недопущения дальнейшего обострения эпидемической ситуации и предотвращения ее трагических последствий.

**Ключевые слова:** COVID-19, пандемия, Кыргызская Республика, карантин, изоляция, моделирование, вмешательства, сценарий.

# MODELING OF THE POTENTIAL EFFECTS OF LOCKDOWN RELEASE INTERVENTIONS ON THE HEALTH CARE SYSTEM IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Research article

Zhumalieva Ch.<sup>1</sup>, Dooronbekova A.<sup>2</sup>, Mukambetov A.<sup>3</sup>, Kubatova A.<sup>4,\*</sup>, Estebesova A.<sup>5</sup>, Ibragimov Sh.<sup>6</sup>, Kutmanova A.<sup>7</sup>, Usenbayev N.<sup>8</sup>, Zhoroiev A.<sup>9</sup>, Abdykerimov S.<sup>10</sup>, Dzhangaziev B.<sup>11</sup>, Moldokmatova A.<sup>12</sup>

<sup>4</sup> ORCID: 0000-0002-0693-6729;

<sup>12</sup> ORCID: 0000-0002-3006-3737;

<sup>1, 2, 4</sup> PF "Institute of Social Development", Bishkek, Kyrgyz Republic;

<sup>1, 4</sup> Scientific and Production Centre for Preventive Medicine of the Ministry of Health, Bishkek, Kyrgyz Republic;

<sup>3, 6</sup> Soros Foundation in the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic;

<sup>5</sup> USAID Mission in the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic;

<sup>7</sup> International School of Medicine, Bishkek, Kyrgyz Republic;

<sup>8, 10, 11</sup> Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic;

<sup>9</sup> Department of Disease Prevention and State Sanitary and Epidemiological Surveillance, Bishkek, Kyrgyz Republic;

<sup>12</sup> Oxford University, Oxford, United Kingdom

\* Corresponding author (kubatova. aisulu[at]gmail.com)

## Abstract

Mathematical modelling can be applied as a tool to analyse the effect of various interventions on the course of the epidemic of infectious diseases, like SARS-CoV-2, by considering uncertainties and assumptions related to the nature of infection and epidemiology. For this study we have applied a web-based interface of the SEIR dynamic model, which was developed by COVID-19 Modelling (CoMo) Consortium in collaboration with Oxford Modelling of the Global Health (OMGH) Group. The model was employed as is an additional research tool to inform national policy strategies under the conditions of limited evidence. Model indicators include but not limited with new and death COVID-19 cases, demographic data of the population disaggregated by age groups, hospitals capacity (surge and ICU beds and ventilators) and non-pharmaceutical intervention scenarios. Through the mathematical model we compared the potential effect of the full and managed lockdown release on the course of the epidemic and its pressure on the health system of the Kyrgyz Republic.

Based on the model outcomes, we have come to the conclusion that the full release of strict measures may cause a significant increase of new infection cases, which may result in the tremendous pressure on the health system and, as a consequence, increased mortality rates. The extension of the lockdown to additional five weeks without taking any further preventive measures may just postpone the epidemic to the equivalent period, as the majority of the population would remain susceptible due to the limited social contacts and the infection would spread out quickly after the full release of strict measures. The managed lockdown release would help to flatten the course of the epidemic. However, such approach required tremendous efforts both from the government and the population to prevent further escalation of the situation with the epidemic and its advert consequences.

**Keywords:** COVID-19, pandemic, Kyrgyz Republic, quarantine, isolation, modeling, interventions, scenario.

## Введение

Первые завозные случаи COVID-19 были зарегистрированы в Кыргызстане 16 марта 2020 года, после чего был введен режим чрезвычайного положения с 25 марта 2020 года до середины апреля с последующим продлением до 10 мая 2020 года. В связи с отсутствием вакцины, ответные меры системы общественного здравоохранения в стране были сосредоточены на общепринятых во всем мире нефармацевтических подходах, включая отслеживание контактов, тестирование, изоляцию инфицированных людей и карантинизацию контактных лиц, гигиену рук, физическое дистанцирование, закрытие общественных мест и ограничения в отношении передвижения и поездок.

Двухмесячный режим изоляции, введенный на территории всей страны, помог установить эффективный контроль над эпидемиологической ситуацией. За данный период совокупное количество подтвержденных случаев заболевания составило 1,038, из них было зарегистрировано 13 случаев смерти [1]. Однако строгие ограничительные меры были сопряжены с серьезными социальными и экономическими вызовами, что потребовало тщательного изучения ситуации в целях достижения баланса между эффективным сокращением случаев передачи COVID-19 и смягчением последствий эпидемии на социальные и экономические аспекты жизни людей.

На фоне сложившейся ситуации, когда отсутствовали какие-либо фактические знания или информация об эффективных способах профилактики и лечения в контексте страны, подход, предполагавший изучение потенциальных сценариев с помощью математического моделирования, мог стать вспомогательным инструментом для лиц, принимающих решения в области общественного здравоохранения. Учитывая данные обстоятельства, мы провели оценку ситуации, используя веб-интерфейс динамической модели с учетом возрастной структуры, разработанной Консорциумом по моделированию эпидемии COVID-19 (CoMo) в сотрудничестве с Группой моделирования по вопросам глобального здоровья Оксфордского университета с целью изучения потенциального воздействия различных пакетов вмешательств на эпидемиологическую кривую в более чем 150 странах [2].

Целью нашей работы являлся поиск эффективных и осуществимых стратегических вмешательств в период, последовавший после снятия режима карантина, чтобы помочь стране в борьбе с эпидемией и контроле количества тяжелых случаев и числа смертей, а также для предотвращения потенциальной перегрузки системы здравоохранения в период резкого роста заболеваемости.

## Методы

Для моделирования ситуации была использована динамическая модель CoMo SEIR для COVID-19 с учетом возрастной структуры, в которой случаи стратифицированы по симптомам, степени тяжести, способам обращения за

лечением и доступом к медицинским услугам, [2]. Параметры модели по заболеванию и вмешательствам были основаны на имеющихся доказательных данных, включая матрицу социальных контактов для 152 стран, разработанной К. Премом и коллегами [3], отчет ООН по оценочным показателям рождаемости и смертности населения [4], национальный онлайн-ресурс по COVID-19 [1], отчет Google о мобильности населения Кыргызстана [5] и других ресурсов.

Визуальная калибровка данных проводилась с учетом факторов, связанных с заболеванием и госпитализацией, а также параметров базовых вмешательств, вероятности распространения случаев инфекции с учетом контактных лиц, соотношении зарегистрированных случаев, протекающих в симптоматической и бессимптомной форме, зарегистрированных случаев госпитализации и даты начала работы по моделированию.

#### Гипотетические сценарии развития ситуации в зависимости от характера проводимых вмешательств

В ходе моделирования были рассмотрены пять гипотетических сценариев с различной комбинацией вмешательств по снятию ограничений:

1) Базовый сценарий с полным снятием ограничительных мер, без каких-либо последующих вмешательств, кроме соблюдения гигиены рук и ношения масок.

2) Управляемый вариант: с более умеренным послаблением ограничений.

3) Управляемый вариант: с более активным послаблением ограничений. Оба варианта управляемых сценариев включали снятие ограничений с различной степенью интенсивности, включая работу с подтвержденными/симптоматическими случаями COVID-19 и их потенциальными контактами, а также работу с общим населением.

4) Продление режима полного карантина с последующим полным снятием ограничений.

5) Длительный режим карантина с постепенным управляемым снятием ограничительных мер. Изоляция пожилых людей не рассматривалась в качестве активной меры реагирования, подлежащей строгому соблюдению, в связи с культуральными и социальными особенностями Кыргызстана (расширенный состав семей в домохозяйствах), хотя некоторые семьи (в основном в городской местности) все-таки старались изолировать своих пожилых членов семьи. Подробная информация о параметрах вмешательства представлены в таблицах ниже.

Таблица 1 – Базовый сценарий: Полное снятие ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение, %
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	10/05/2020	80
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	10/05/2020	50*
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	10/05/2020	60
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	10/05/2020	60
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	10/05/2020	60
Заккрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Заккрытие школ	01/06/2020	31/08/2020	80
Изоляция пожилых	25/03/2020	10/05/2020	30
Заккрытие границ	25/03/2020	10/05/2020	90

Примечание: \* кол-во контактов

Таблица 2 – Сценарий 1: Управляемое постепенное снятие ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение, %
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	10/05/2020	80
Самоизоляция при симптомах	11/05/2020	30/07/2020	40
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	10/05/2020	50*
Скрининг	11/05/2020	30/07/2020	20
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	10/05/2020	60



Окончание таблицы 2 – Сценарий 1: Управляемое постепенное снятие ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение, %
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	11/05/2020	30/07/2020	30
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	10/05/2020	60
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	10/05/2020	60
Заккрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Заккрытие школ	01/06/2020	31/08/2020	80
Изоляция пожилых	25/03/2020	10/05/2020	30
Заккрытие границ	25/03/2020	10/05/2020	90

Примечание: \* кол-во контактов

Таблица 3 – Сценарий 2: Управляемое ускоренное снятие ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение, %
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	10/05/2020	80
Самоизоляция при симптомах	11/05/2020	30/08/2020	60
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	10/05/2020	50*
Скрининг	11/05/2020	30/08/2020	20
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	10/05/2020	60
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	11/05/2020	30/08/2020	30
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	10/05/2020	60
Физическое дистанцирование	11/05/2020	30/08/2020	30
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	10/05/2020	60
Заккрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Изоляция пожилых	25/03/2020	10/05/2020	30
Заккрытие границ	25/03/2020	10/05/2020	90

Примечание: \* кол-во контактов

Таблица 4 – Сценарий 3: Продление карантина (на 1 месяц) с последующей полной отменой ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение, %
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	15/06/2020	80
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	15/06/2020	50*
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	15/06/2020	60
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	15/06/2020	60
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	15/06/2020	60
Заккрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Заккрытие школ	11/05/2020	15/06/2020	100
Заккрытие школ	16/06/2020	31/08/2020	80
Изоляция пожилых	25/03/2020	15/06/2020	30
Заккрытие границ	25/03/2020	15/06/2020	90

Примечание: \* кол-во контактов

Таблица 5 – Сценарий 4: Продление карантина (2 месяца) с управляемым снятием ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение, %
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	15/07/2020	80
Самоизоляция при симптомах	16/07/2020	30/12/2020	60
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	15/07/2020	50*
Скрининг	16/07/2020	30/12/2020	40*
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	15/07/2020	60
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	16/07/2020	30/12/2020	40
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	15/07/2020	80
Физическое дистанцирование	16/07/2020	30/12/2020	40
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	15/07/2020	60
Удаленный режим работы	16/07/2020	30/10/2020	30
Заккрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Заккрытие школ	11/05/2020	15/07/2020	100
Заккрытие школ	16/07/2020	31/08/2020	80
Заккрытие школ	01/09/2020	30/10/2020	80
Изоляция пожилых	25/03/2020	15/07/2020	30
Изоляция пожилых	16/07/2020	30/12/2020	30
Заккрытие границ	25/03/2020	15/07/2020	90
Заккрытие границ	16/07/2020	30/09/2020	50

Примечание: \* кол-во контактов

## Результаты

Модель предполагала, что быстрый рост заболеваний во всех рассмотренных сценариях приведет к значительному давлению на существующую систему здравоохранения. Потребность в дополнительных местах в стационарах и/или отделениях реанимации и ИВЛ значительно превысило бы имеющиеся возможности. Таким образом, как показано на рисунке 1, потребности в дополнительной госпитализации на базе стационаров намного превысили бы их предельные возможности, особенно по 1 и 3 сценарию (в случае полной отмены всех карантинных ограничений). Такая ситуация могла привести к отказам в госпитализации большого количества заболевших, и стать причиной высокого уровня смертности.

Рисунок 2 показывает, что при достижении предельных возможностей стационаров, занятость койко-мест в общих отделениях не остановилась бы на максимально возможном уровне относительно имеющихся мощностей, а росла бы дальше, так как модель предусматривала гибкий подход относительно включения дополнительных коек (например, создание временных стационаров или коек в коридорах отделений).

Важно отметить, что занятость койко-мест превышала спрос, так как включала в себя всех тех больных, кто нуждался в размещении в стационаре, а также тех, кто нуждался в реанимации или в искусственной вентиляции легких, но не получил ни того, ни другого ввиду переполненности отделений реанимации, либо ввиду отсутствия аппаратов ИВЛ, и по этой причине, были госпитализированы в общие отделения.

Продолжение практики физического дистанцирования, отслеживания контактов, и изоляции групп риска могло в значительной степени сократить потребности в госпитализациях. Как показано ниже, пик потребности в госпитализации в случае управляемого ослабления карантинных мер мог составлять от 42.8% до 71.7% в зависимости от интенсивности осуществляемых мероприятий после снятия карантинных ограничений. Однако, как показывают диаграммы, запланированная мощность стационаров была бы недостаточной даже при наиболее благоприятном сценарии профилактических мер.

Такая же ситуация прогнозировалась и с наличием мест в отделениях интенсивной терапии и аппаратов искусственной вентиляции легких. Согласно предполагаемым сценариям, потребности в размещении в ОИТ, а также в аппаратах ИВЛ и концентраторах кислорода значительно превышали бы имеющиеся возможности (рисунки 3 и 4).

Как прогнозировала модель, система здравоохранения должна была испытывать дефицит в койках интенсивной терапии и аппаратах ИВЛ на протяжении большей части периода прогнозирования (рисунки 5 и 6). В отличие от возможностей открытия дополнительных койко-мест в стационарах, развертывание дополнительных коек в ОИТ и аппаратов ИВЛ представлялось более проблематичным, в связи с чем подход модели к возможности превышения соответствующих показателей относительно имеющихся мощностей больниц был не таким гибким.

### Daily predicted surge beds demand by scenarios, Kyrgyzstan

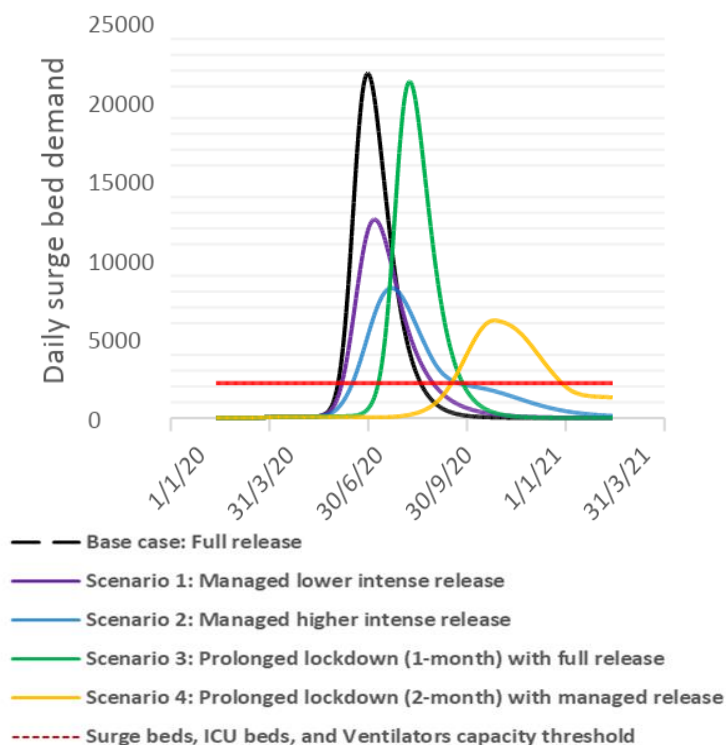


Рис. 1 – Прогнозируемая дневная потребность в дополнительных местах в стационарах в Кыргызстане после снятия карантинных ограничений 10 мая 2020 года (по сценариям)

### Daily predicted surge bed occupancy by scenarios, Kyrgyzstan

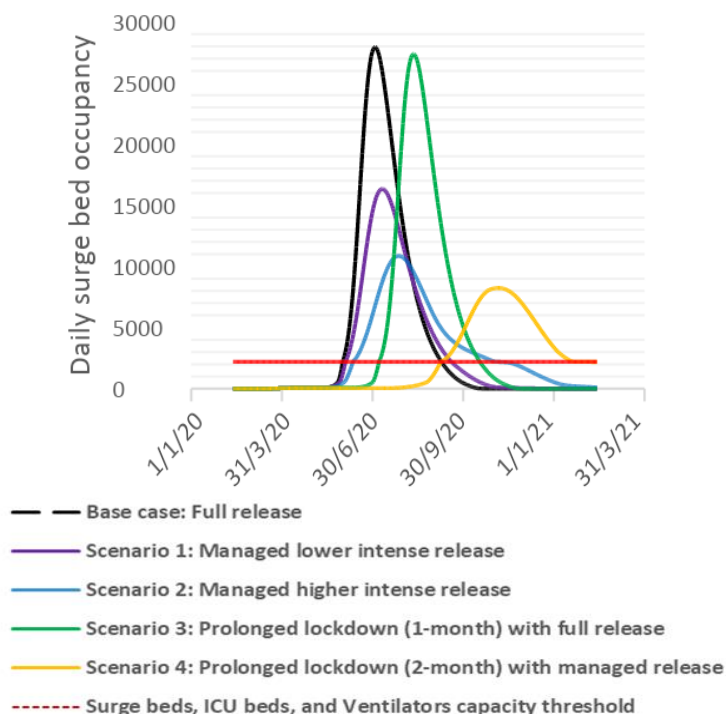


Рис. 2 – Прогнозируемая дневная потребность в отделениях интенсивной терапии в Кыргызстане после снятия карантинных ограничений 10 мая 2020 года (по сценариям)

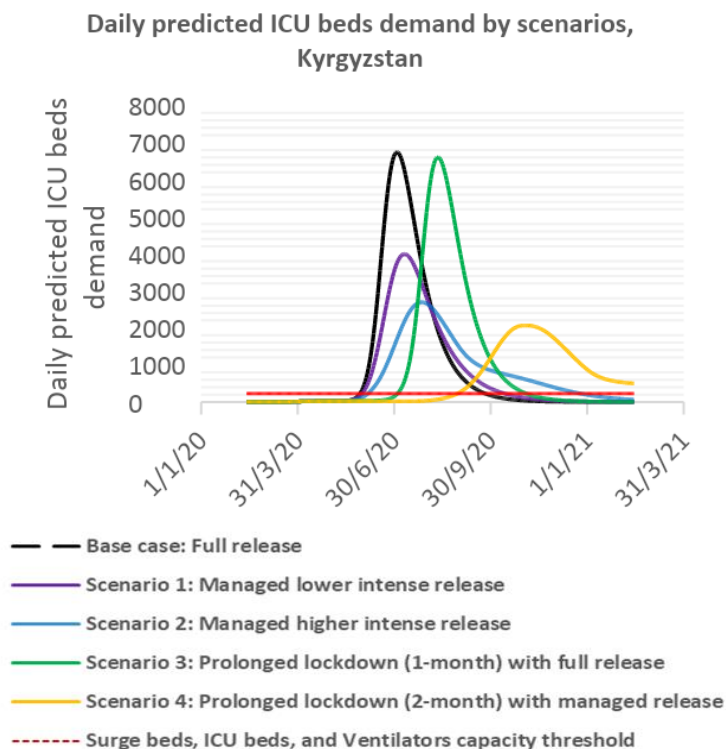


Рис. 3 – Прогнозируемая дневная потребность в аппаратах ИВЛ в Кыргызстане после снятия карантинных ограничений 10 мая 2020 года (по сценариям)

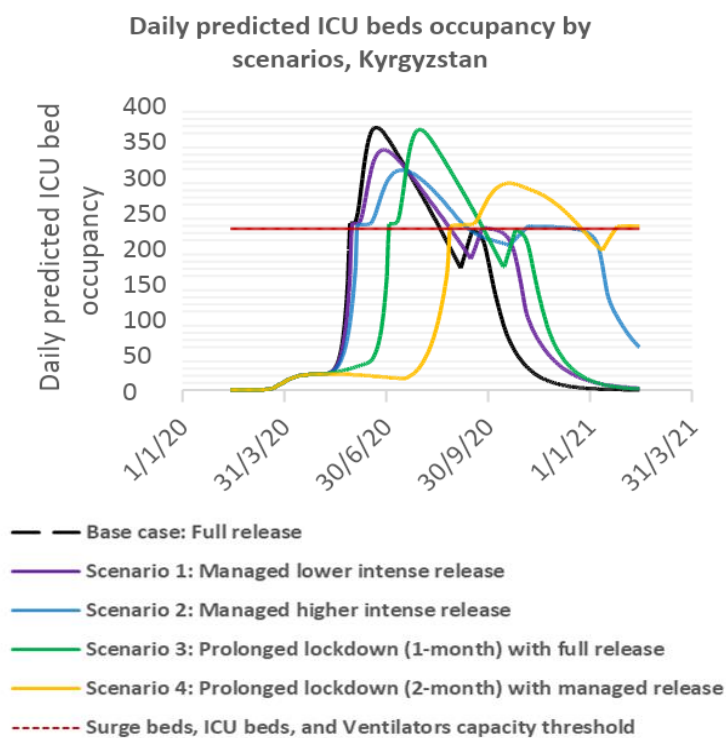


Рис. 4 – Уровень занятости дополнительных койко-мест в стационарах в Кыргызстане после снятия карантинных ограничений 10 мая 2020 года (по сценариям)

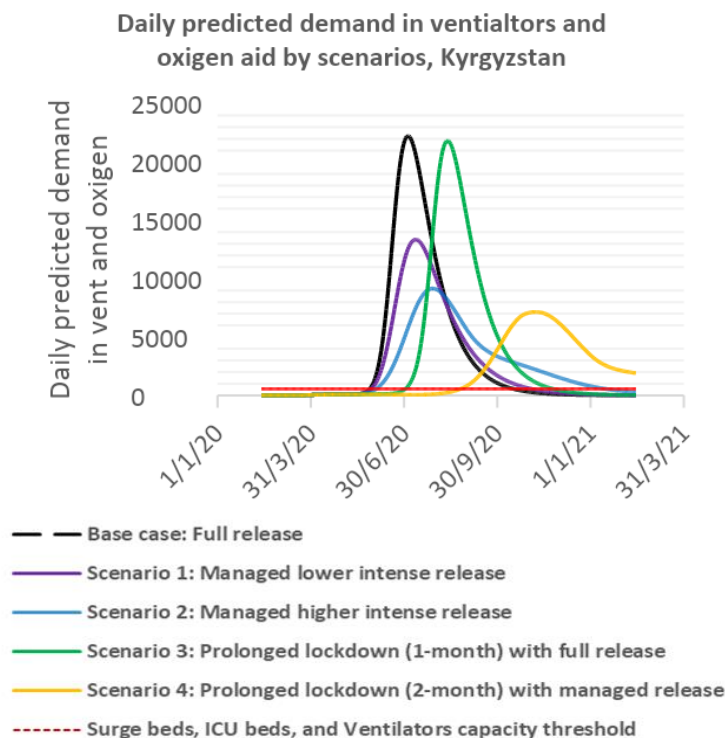


Рис. 5 – Уровень занятости дополнительных койко-мест в ОИТ в Кыргызстане после снятия карантинных ограничений 10 мая 2020 года (по сценариям)

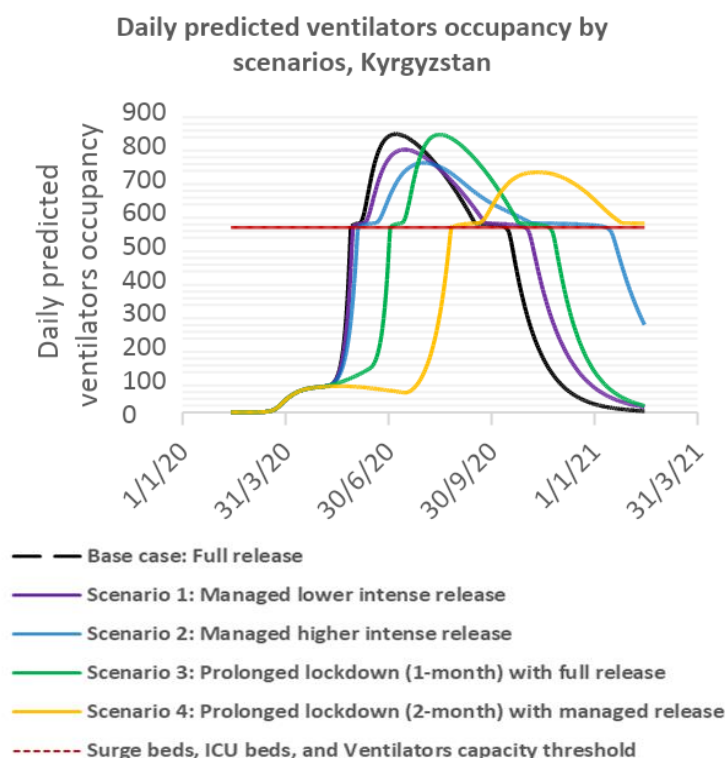


Рис. 6 – Уровень занятости аппаратов ИВЛ в Кыргызстане после снятия карантинных ограничений 10 мая 2020 года (по сценариям)

### Обсуждение

Используя математическую модель, мы сравнили потенциальное воздействие полного и управляемого снятия карантинных ограничений на ход пандемии COVID-19 и состояние системы здравоохранения в Кыргызстане. На основе результатов прогнозирования мы пришли к выводу, что полное снятие ограничений без последующих вмешательств могло вызвать значительный рост количества новых случаев заболевания, что привело бы к перегруженности системы здравоохранения, и как следствие, к высокому росту уровня смертности. Важно отметить, что продление карантина еще на один месяц без принятия каких-либо дополнительных мер могло лишь задержать развитие пандемии, так как большинство населения оставалось восприимчивым к вирусу в силу ограничения физических контактов во время карантина. Напротив, управляемое снятие карантинных ограничений помогло бы стране несколько сгладить кривую заболеваемости в зависимости от интенсивности и длительности пост-карантинных вмешательств.

24 апреля 2020 года результаты моделирования были представлены в Министерстве здравоохранения и Штабе по координации реагирования на чрезвычайные ситуации Кыргызской Республики в качестве дополнительного ресурса для принятия решений на основе имеющихся доказательств. К сожалению, Кыргызстан оказался не готов к управляемому ослаблению ограничительных мер. Двухмесячный общенациональный режим чрезвычайного положения оказал огромное разрушительное воздействие на экономическую и социальную жизнь населения, которое не могло более находиться в состоянии изоляции и было вынуждено вернуться на свои рабочие места. Такие меры, как отслеживание контактов, карантинизация представителей групп риска, обеспечение физического дистанцирования и обязательное повсеместное ношение масок, оказались трудно осуществимыми требованиями в силу ограниченности ресурсов, местных социальных и культуральных особенностей и менталитета, а также ограниченной информационной работы с населением. Из всех интервенций, перечисленных в модели, лишь две меры были в полной мере реализованы после отмены карантина: дистанционное обучение и закрытие границ. Впоследствии, в течение нескольких недель после отмены ограничений, страна столкнулась с неконтролируемой вспышкой случаев, протекающих в тяжелой форме.

В дополнение к вышесказанному, система здравоохранения оказалась не подготовленной надлежащим образом. Как и в других странах с ограниченными ресурсами, в Кыргызстане система здравоохранения испытывала трудности, связанные с дефицитом ресурсов, как человеческих, так и материальных. К сожалению, запланированное количество дополнительно развертываемых мест в стационарах и отделениях интенсивной терапии, а также аппаратов ИВЛ оказалось намного ниже реального спроса. Множество пациентов с тяжелой формой заболевания не смогли получить доступ к необходимому лечению и ресурсам, в результате чего значительно увеличилось количество смертельных случаев. Так, согласно отчетам Национального статистического комитета КР, количество умерших от острой пневмонии в одном лишь июле 2020 года превысило среднегодовые показатели смертности предыдущих лет (Нацстатком, 2020).

На основе вышесказанного, исследователями предполагалось, что эпидемическая ситуация в Кыргызстане в июне-июле развивалась в соответствии со сценарием, который предусматривал полное снятие ограничений, что требовало принятия чрезвычайных мер как со стороны правительства, так и со стороны населения с целью недопущения дальнейшего обострения эпидемической ситуации и предотвращения ее трагических последствий. Учитывая проблему ограниченности данных об этой новой эпидемии, и принимая во внимание текущее положение дел, дальнейшее моделирование может оказаться полезным при разработке стратегий и планировании интервенций.

### Ограничения и допущения

Любые результаты моделирования следует использовать с осторожностью ввиду ограниченности имеющихся данных относительно распространения вируса COVID-19 и его эпидемиологии. Кроме того, нам необходимо принимать во внимание ограничения, связанные с существующей неопределенностью и допущениями касательно охвата и эффективности текущих интервенций, на которые оказывают воздействие социальные, культурные и экономические факторы. Результаты моделирования будут меняться по мере того, как мы будем все больше узнавать о заболевании и влиянии вмешательств на характер заболевания, а также получать более надежные данные относительно интенсивности интервенций и охвата ими населения. Соответственно, модель и прогнозы необходимо постоянно обновлять, по мере получения новых данных и знаний.

Также важно осознавать, что модель отражает среднесрочный прогноз развития эпидемиологической ситуации. При долгосрочном прогнозировании, кривая будет выглядеть иначе. Например, продление карантина с постепенным снятием ограничений демонстрирует наиболее благоприятные результаты в рамках периода, охваченного симуляцией (до 13 февраля 2021 года). Однако, мы допускаем что отмена всех пост-карантинных вмешательств без постепенного управляемого снятия ограничений может вызвать новую волну заболеваний. Таким образом, в свете отсутствия более эффективных мер, таких как вакцинирование, мы считаем, что управляемое и постепенное снятие строгих ограничений на передвижение граждан потребует дальнейших усилий в сфере контролируемого управления ситуацией.

В этой связи, результаты моделирования необходимо интерпретировать исключительно в свете вышеобозначенных допущений и ограничений.

### Благодарности

Авторы статьи выражают признательность Министерству Здравоохранения Кыргызской Республики и Департаменту профилактики заболеваний и государственного санитарно-эпидемиологического надзора за предоставление данных для моделирования. Отдельная благодарность профессору Оксфордского университета Лизе Уайт за координацию работы и техническую помощь, оказанную кыргызской группе моделирования, а также доктору Рикардо Агуас (Оксфордский университет) и Оливеру Келхай (Оксфордский университет) за компьютерное программирование модели и разработку веб-интерфейса.

### Acknowledgement

The authors of the article express their gratitude to the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic and the Department of Disease Prevention and State Sanitary and Epidemiological Surveillance for providing data for modeling. Special thanks to Professor Lisa White of the University of Oxford for coordinating the work and technical assistance provided to the Kyrgyz modeling group, as well as to Dr. Ricardo Aguas (University of Oxford) and Oliver Kelhai (University of Oxford) for the computer programming of the model and the development of the web interface

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

**Список литературы / References**

1. Stop COVID KG. (2020). COVID-19 Kyrgyzstan. [Electronic resource]. – URL: <https://covid.kg/> (accessed: 12.03.2021)
2. Aguas R. COVID-19 Pandemic Modelling in Context: Uniting People and Technology Across Nations / R. Aguas, N. Hupert, R. Shretta et al. July 2020. Pre-print. DOI: 10.13140/RG.2.2.33488.53769
3. Prem, K. Projecting social contact matrices in 152 countries using contact surveys and demographic data / Prem, K., Cook, A. R., & Jit, M. // PLoS Computational Biology, 13(9), e1005697. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1005697
4. UN. (2019). *World Population Prospects: Population Division*. [Electronic resource]. – URL: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/> (accessed: 12.03.2021)
5. Google. (2020). COVID-19 Community Mobility Reports. [Electronic resource]. – URL: <https://www.google.com/covid19/mobility/> (accessed: 12.03.2021)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.050>

## ИСТОРИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ

Научная статья

Чижд И.М.<sup>1</sup>, Косачев В.Е.<sup>2</sup>, Русанов С.Н.<sup>3</sup>, Карпенко И.В.<sup>4</sup> \*

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-7738-0342;

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0001-5465-530X;

<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-3968-6401;

<sup>4</sup> ORCID: 0000-0002-6131-1705;

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия

\* Корреспондирующий автор (karpenko.iv[at]bk.ru)

### Аннотация

Статья посвящена вопросам возникновения, становления и развития психофизиологии в рамках отечественной медицины в период с конца XIX века до настоящего времени. Психофизиологическое направление в медицине актуально и в настоящее время в связи с развитием высокотехнологичных методов диагностики и лечения, основанных на глубоком понимании физиологических и психофизиологических механизмов. Авторы рассматривают проблему становления психофизиологии как поэтапный процесс, связанный с научным и практическим ее обоснованием в рамках научных исследований. Показано, что формирование психофизиологического направления в отечественной медицине заключалось в разработке методов психофизиологического отбора специалистов опасных профессий. Завершение формирования психофизиологического направления в медицине в конце XX века ознаменовано созданием системы подготовки врачей психофизиологов, научных и практических подразделений психофизиологии, прежде всего в авиации, вооруженных силах, железнодорожном транспорте и в электроэнергетике.

**Ключевые слова:** история медицины, военная медицина, авиационная медицина, психофизиология, клиническая психофизиология, психологический отбор, функциональное состояние.

## HISTORY OF RUSSIAN PSYCHOPHYSIOLOGY AS AN INTERDISCIPLINARY FIELD OF MEDICINE

Research article

Chizhd I.M.<sup>1</sup>, Kosachev V.E.<sup>2</sup>, Rusanov S.N.<sup>3</sup>, Karpenko I.V.<sup>4</sup> \*

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-7738-0342;

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0001-5465-530X;

<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-3968-6401;

<sup>4</sup> ORCID: 0000-0002-6131-1705;

<sup>1, 2, 3, 4</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

\* Corresponding author (karpenko.iv[at]bk.ru)

### Abstract

The article discusses the emergence, formation, and development of psychophysiology in the framework of Russian medicine in the period from the end of the 19th century to the present. The psychophysiological area of medicine still continues to retain its relevance due to the development of high-tech methods of diagnosis and treatment based on a deep understanding of physiological and psychophysiological mechanisms. The authors of the article consider the problem of the formation of psychophysiology as a step-by-step process associated with its scientific and practical justification in the framework of scientific research. It is shown that the formation of the psychophysiological field in Russian medicine involved the development of methods of psychophysiological selection of specialists for hazardous professions. The completion of the formation of the psychophysiological area in the Russian medicine at the end of the 20th century was marked by the creation of a system for training psychophysiologicalists, scientific and practical units of psychophysiology, primarily in aviation, the armed forces, railway transport, and the electric power industry.

**Keywords:** history of medicine, military medicine, aviation medicine, psychophysiology, clinical psychophysiology, psychological selection, functional state.

### Введение

Статья посвящена вопросам возникновения, становления и развития психофизиологии в рамках отечественной медицины в период с конца XIX века до настоящего времени.

При подготовке статьи авторами была проанализирована литература за период с конца XIX века до настоящего времени. В результате анализа были выявлены основные этапы развития психофизиологии в рамках отечественной медицины – от ее возникновения, становления до настоящего времени.

Актуальность психофизиологического направления в медицине в настоящее время определяется двумя основными факторами:

- разработкой и внедрением в медицинскую науку и практику высокотехнологичных методов диагностики и лечения, основанных на глубоком понимании физиологических, психофизиологических механизмов;
- использованием психофизиологических методов в практике отбора персонала, при коррекции функционального состояния, поддержания работоспособности и состояния здоровья работников, прежде всего, на опасных производствах (в авиации, вооруженных силах, железнодорожном транспорте и в электроэнергетике).

для подготовки врачей психофизиологов, научных и практических подразделений психофизиологии, прежде всего



Знание и понимание истории становления психофизиологии поможет ученым и практикам выявить основные закономерности возникновения и развития новых направлений медицины на современном этапе, в организации подготовки врачей психофизиологов, научных и практических подразделений психофизиологии.

Авторы рассматривают проблему становления психофизиологии поэтапно как процесс, связанный с научным и практическим ее обоснованием в рамках научных исследований, практической реализации и подготовки врачей психофизиологов. Показано, что формирование психофизиологического направления в отечественной медицине заключалось в разработке методов психофизиологического отбора специалистов опасных профессий, психофизиологической подготовки, направленной на сохранение их здоровья и повышение надежности и безопасности профессиональной деятельности, на создание и внедрение в практику методов контроля функционального состояния и его коррекции. Завершение формирования психофизиологического направления в медицине в конце XX века ознаменовано созданием системы подготовки врачей психофизиологов, научных и практических подразделений психофизиологии, прежде всего в авиации, вооруженных силах, железнодорожном транспорте и в электроэнергетике.

Методы и принципы исследования: Исторический, статистический.

### Основные результаты

Возникновение, становление и развитие психофизиологии как раздела медицинской науки и практики тесно связано с историей развития мировой и отечественной медицины, психологии и опирается на представления о связи психики с сомой.

Термин «Психология», а затем и «Психофизиология» впервые появляется в первой половине XVIII века, когда немецкий философ Христиан Вольф в 1732-1734 годах опубликовал свои книги «Рациональная психология» и «Эмпирическая психология».

Становление и научно обоснованное развитие психофизиологии относится к середине XIX века. Предметом ее изучения явились физиологические основы психической деятельности и поведения человека. Ученые активно использовали физиологические показатели при оценке психического состояния человека. Основоположителем этого направления считается немецкий врач В. Вундт (1832-1920). Он сыграл решающую роль в сближении психологии и естествознания. В. Вундт выполнил серию исследований, результатами которых явилась работа «Основания физиологической психологии» (1874 г.). В 1879 г. он образовал Общество физиологических психологов и создал первую в мире лабораторию экспериментальной психологии, которая через два года преобразовалась в институт [1], [2].

У современной психофизиологии два дня рождения - неофициальный и официальный. Первый связан с именем В. Вундта, поделившего в 1879 г. всю психологию на «психологию народов» и «физиологическую психологию» [3], [4]. Второй день рождения связан с учредительным съездом в г. Монреале в 1982 г., на котором было дано определение предмета психофизиологии, создана Международная психофизиологическая организация (International Organization of Psychophysiology — IOP) и сформирован печатный орган «International Journal of Psychophysiology». От России (тогда СССР) в состав руководящих органов IOP, получившей спецпредставительство в ООН, вошли проф. Е.Н. Соколов и проф. Н.П. Бехтерева [5]. Быстрое развитие психофизиологии в конце XIX-начале XX веков было связано с запросами промышленности и сферы обслуживания. Усилиями английских, немецких и американских ученых развивается психотехника - наука, изучающая возможности человека для работы с машинами, законы приспособления машины к особенностям человека.

В 1891 году немецкий психотехник Г. Мюнстерберг предложил серию психофизиологических тестов и организовал практический профессиональный отбор кандидатов на обучение некоторым специальностям. В результате этих мероприятий в несколько раз уменьшилось количество аварий, связанных с эксплуатацией машин и оборудования. В 1910 г. Г. Мюнстербергом была установлена зависимость надежности человека, управляющего технической системой, от его психофизиологических качеств [6], [7], [8].

В дальнейшем экспериментальные исследования в этом направлении привели к возникновению таких направлений психологической науки как психофизиология по отдельно взятым направлениям: органов чувств, организации движений, памяти и обучения, речи, мотивации и эмоций и др., а также дифференциальная психофизиология, изучающая физиологические основы индивидуально-психических различий [9].

Параллельно с развитием психофизиологии в области психологии начались теоретические и экспериментальные исследования психофизиологических проблем в области медицины. Они шли параллельными курсами, дополняя друг друга. Этот этап становления психофизиологии тесно связан с именами таких выдающихся отечественных ученых как И.М. Сеченов и И.П. Павлов.

И.М. Сеченов заложил теоретическую основу психофизиологии в медицине. Он рассматривал организм человека в неразрывной связи с окружающей средой, отмечал, что в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него. Он определил жизнь на всех ступенях ее развития как приспособление организма к условиям существования. В своей работе «Рефлексы головного мозга» он последовательно развил научное направление, которое исследует физиологические механизмы психической деятельности человека, и в дальнейшем легло в основу психофизиологии как области медицины [10].

Разработанное И.П. Павловым учение об условных рефлексах и типах высшей нервной деятельности явилось вехой в развитии не только нормальной физиологии, но и психофизиологии. В 20 - 30 годах XX столетия в Военно-медицинской академии Л.А. Орбели со своими сотрудниками в развитие идей И.П. Павлова проводил как лабораторные, так и натурные исследования, направленные на изучение особенностей деятельности водолазов, летчиков, парашютистов и других военных специалистов. Результаты этих исследований легли в основу становления психофизиологии как раздела медицинской науки и привели в дальнейшем к развитию профессионального психофизиологического отбора, разработке основ диагностики и коррекции функционального состояния, работоспособности человека в процессе профессиональной деятельности.

В конце XIX, начале XX веков потребности практики, прежде всего, в авиации привели к бурному росту исследований в области производственной медицины и психофизиологии.

Первые полеты на воздушных шарах поставили перед исследователями ряд проблем, главной из которых была – может ли живой организм без отрицательных для себя последствий перенести полет. Так, первый полет воздушного шара (Париж, 11 сентября 1783 года) продолжительностью 7 минут показал, что находящиеся в корзине воздушного шара баран, петух и утка выжили. После приземления воздушного шара «Московские ведомости» сообщили: «...животные остались живы и не сделались дикими».

С целью выяснения возможностей использования воздушного шара для военных целей в России и влияния полета на организм человека, 18-19 июля 1803 года генерал С. Л. Львов совершил полет. Начиная с 1804 года в России проводится регулярное изучение влияния условий полета на организм человека. В 1868 году русский физик М.А. Рыкачев в полете провел физические, физиологические наблюдения и впервые описал перечень качеств, требующихся от человека при управлении воздушным шаром. Было установлено, что «Управление шаром требует ... быстроты соображения, распорядительности, сохранения присутствия духа, осмотрительности, ловкости...». Как видно из отчета, среди требований к воздухоплавателю были перечислены не столько медицинские параметры, сколько качества психической сферы человека. Этот вывод примечателен для дальнейшего понимания роли психофизиологии в медицине труда, а в последующем и авиационной медицины [11], [12].

Дальнейшие систематические полеты на воздушном шаре позволили врачам в натурных условиях начать изучение влияния полета на физиологические и психические функции человека. С 1887 года в Учебно-воздухоплавательном парке военный врач С.П. Мунт начал проводить специальные физиологические и психологические исследования. После гибели в 1905 года поручика Минкевича (первой жертвы русского военного воздухоплавания) стала очевидной необходимость привлечения врачей к медицинскому обеспечению полетов, освидетельствованию и отбору воздухоплавателей. Об этом в феврале 1911 года на заседании Всероссийского аэроклуба доложил С.П. Мунт. Он отметил, что воздухоплавание, главным образом, влияет на кровеносную и нервную системы.

Еще в 1895 г. при кафедре нервных и душевных болезней Медико-хирургической академии В.М. Бехтерев организовал психологическую лабораторию. Наряду с фундаментальными исследованиями, в лаборатории при кафедре были проведены первые экспериментально-психологические лабораторные исследования военных пилотов уже в 1911 г. под руководством доктора В.В. Абрамова. В 1913 г. в ней было начато изучение психологических и психофизиологических качеств русских пилотов, обучающихся в Гатчинской школе военных летчиков [11], [13].

В этом же году «Военно-медицинский журнал» издает отдельной брошюрой статью Г.Е. Шумкова, ученика В.М. Бехтерева «Психофизиологическое состояние воздухоплавателей во время полета», где, наряду, с чисто физиологическими проблемами поднимались также вопросы, относящиеся к авиационной психофизиологии: эмоциональное состояние пилота во время полета, его ощущения и восприятие, внимание, скорость реакции, волевые и другие качества летчиков, способствующие успешности обучения летной профессии [14].

Дальнейший мощный импульс развитие авиационной медицины и психофизиологии связан с полетами на аэропланах. Первые полеты на аэропланах в России совершили летчики М. Ефимов и С. Уточкин в 1910 году. Количество летчиков и полетов на аэропланах в этот период стало резко возрастать. Так, в 1910 году насчитывалось всего 5 летчиков, а в 1912 году – уже около 100.

В это время в среде авиаторов и врачей начало появляться понимание того, что летчик для успешной деятельности и сохранения своего здоровья должен обладать целым рядом качеств. Первым, кто выдвинул тезис «не всякий может стать летчиком», был общепризнанный русский ученый-механик, основоположник гидро- и аэродинамики Н.Е. Жуковский. Он в 1910 году сформулировал следующий тезис – «...при современном состоянии аэропланов далеко не всякий может летать: требуется очень большое внимание, согласие всех движений, находчивость и хладнокровие» [11].

Опыт использования авиации в первой мировой войне показал, что ее применение зависит в первую очередь от пилота, управляющего самолетом. По данным английской статистики, в период первой мировой войны «2% летных аварий были непосредственно связаны с боевыми операциями, 8% явились результатом дефектов материальной части и 90% были вызваны непригодностью пилотов к летному делу» [15]. Исходя из такого понимания начинает формироваться одно из базовых направлений авиационной психофизиологии – отбор кандидатов в летчики. Примечательно, что уже в 1911 году Царским Военным ведомством издается приказ № 481 (11 октября 1911) об образовании первой врачебно-летной комиссии при Санкт-Петербургском клиническом военном госпитале. Этим приказом было утверждено «Расписание болезней и телесных недостатков, препятствующих службе офицеров, нижних чинов и вольнонаемных механиков в воздухоплавательных частях на аэростатах и аэропланах»; введено ежегодное медицинское освидетельствование летчиков в специальных комиссиях; установлен предельный возраст для летчиков – 45 лет, а для аэронавтов – 58 лет [16].

В 1913 году в Российской Империи создается первое научное учреждение – лаборатория авиационной медицины. Лабораторию возглавил старший врач авиационной школы С. Е. Минц – выпускник медицинского факультета Московского университета (1913). На IV Всероссийском съезде воздушного флота в июне 1921 г. С. Е. Минц сделал доклад о состоянии врачебно-летной экспертизы и выделил два направления работы: клиническое диспансерное наблюдение за лицами летного состава и психологическое освидетельствование лиц летного состава. В этом же году С.Е. Минц организовал при Московской школе авиации психофизиологическую лабораторию, которая в 1924 году была преобразована в Центральную психофизиологическую лабораторию Военно-воздушных сил Рабоче-крестьянской Красной армии (ВВС РККА). Исследования С.Е. Минца сыграли большую роль в развитии врачебно-летной экспертизы гражданской авиации. Он явился инициатором внедрения психофизиологических исследований для отбора пилотов. Вместе с Н.М. Добротворским участвовал в подготовке первого в стране руководства по медицинскому освидетельствованию летного состава и лиц, поступающих в летные школы РККА, изданного в 1929 году.

На необходимость проведения специального отбора в Красной Армии обратил внимание М.В.Фрунзе: «Если мы в морской флот, в специальные технические войска, в авиацию будем давать такой контингент, который по своей физиологической структуре, по своей психологии непригоден для несения службы в этих родах оружия, то тем самым мы весьма и весьма ударим по их боевой мощи. Это особенно важно для авиации, где для каждого летчика требуется прекрасное зрение, слух и целый ряд других качеств, которые не у всякого найдешь» [17].

В 1924-1929 гг. психофизиологические лаборатории были созданы во всех военных округах и при всех летных школах, и на двух флотах, Черноморском и Балтийском [18], [19], [20].

В результате работ психофизиологических лабораторий сформировалось цельное представление об отборе авиаторов. В понятие отбора вошли такие его направления как отбор по состоянию здоровья (медицинский отбор), отбор по физическим параметрам (физический отбор) и отбор по физиологическим и психическим качествам (психофизиологический отбор). Все эти направления были сформированы и реализованы в рамках авиационной медицины.

Во многом благодаря деятельности психофизиологических лабораторий, их накопившемуся опыту работы в области психофизиологического отбора в 1933 году было введено в действие «Руководство по медицинскому и психофизиологическому отбору кандидатов, поступающих в школы ВВС, и по переосвидетельствованию лиц летно-подъемного состава».

В этом же году было внедрено в практику «Руководство к пользованию психотехнической аппаратурой». Это обстоятельство имело особую важность для становления психофизиологии как научной и практической дисциплины, так как оно фиксирует общий методический подход к диагностике необходимых авиаторам качеств.

Следующая важная веха в становлении психофизиологии как раздела авиационной медицины связана с созданием в 1935 году Авиационного научно-исследовательского санитарного института, который в 1936 году (Приказ Наркома обороны СССР от 11 июня 1936 г. № 086) был переименован в Институт авиационной медицины ВВС РККА им. И.П. Павлова. В состав института вошли подразделения медицинского профиля (офтальмологическое, отоларингологическое и др.), психофизиологические, отделение летной экспертизы и рационализации летного труда. В институте и в авиационных частях проводились экспериментальные исследования по изучению влияния факторов полета, стрессовых ситуаций на работоспособность, функциональное и эмоциональное состояние человека в интересах повышения психофизиологической надежности летчика в полете. Активно исследовались проблемы диагностики и лечения высотной болезни, баротравмы.

В эти годы начало зарождаться и другое важное направление исследований по оптимизации взаимодействия пилота с самолетом и внешней средой, которое в последующем развилось в инженерную психологию и эргономику.

Если психофизиологический отбор основывался на выявлении соответствия между возможностями организма человека, его психической сферы и требованиями техники и деятельности, то эргономическое направление пыталось оптимизировать конструктивные особенности техники и деятельности к возможностям человека. Оба эти направления позволили в дальнейшем существенно повысить надежность человека и обеспечить сохранение его здоровья.

Развивающаяся авиационная медицина и ее составная часть авиационная психофизиология требовали наличия подготовленных по этим проблемам врачей. Отвечая на эти требования в 1939 году в Москве при Центральном институте усовершенствования врачей была организована кафедра авиационной медицины, на которой преподавалась и авиационная психофизиология. В этом же году был издан первый отечественный учебник по авиационной медицине.

В 60-70-х годах XX столетия начался новый этап развития авиационной медицины и психофизиологии. Главная его особенность заключалась в существенном и быстром расширении сферы применения методов психофизиологии. Прежде всего, интерес к психофизиологии распространился на новую отрасль медицины – космическую медицину. Еще в 1949 году на базе Научно-исследовательского института авиационной медицины ВВС была создана группа космической медицины и положено начало разработке медико-биологических проблем космических полетов. Значимость этих проблем была велика. Необходимо было понять, как поведет себя организм человека и его психика в условиях космического полета: невесомость, перегрузки, оторванность от Земли и т.д. Для решения этих проблем в 1960 году был создан Центр подготовки космонавтов ВВС, а в 1963 году создан Институт медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР.

Расширение применения психофизиологических методов в медицине коснулось в эти годы многих сфер человеческой деятельности, и прежде всего, так называемых опасных профессий. Опасная профессия понималась как вид профессиональной деятельности, сопряженный с воздействием на работника вредных и опасных производственных факторов, обуславливающих угрозу жизни работника и высокий риск развития заболеваний. К этой группе экстремальных профессий относились помимо летчиков, космонавтов также военные, моряки, водолазы, спасатели, машинисты железнодорожного транспорта, работники электроэнергетики и др. В этих группах плата за ошибочные действия была очень велика – попросту права на ошибку не было.

Начиная с 1980-х годов и до конца XX века наступил «золотой век» психофизиологии в медицинской науке и практике. В эти годы существенно расширилась и укрепилась методическая база психофизиологии. Отмечается переход от исследования и оценки отдельных психофизиологических качеств к системным решениям по оптимизации системы «человек-техника-внешняя среда».

В рамках космической медицины и психофизиологии появились объективные методики оценки функционального состояния человека по ритму сердечной деятельности. Примечательно, что эти методики успешно работали дистанционно, например, позволяли оценить с Земли состояние космонавта во время космического полета [21]. Разработанный Р.М. Баяевским математический подход к оценке функционального состояния человека по ритму сердца в дальнейшем был применен для оценки уровня работоспособности и готовности к выполнению наиболее сложных элементов профессиональной деятельности космонавтов [22]. Как оказалось, в дальнейшем, математическая оценка сердечного ритма нашла широкое применение в клинической практике, в кардиологии [23].

В авиации и космонавтике в эти годы значительное усовершенствование претерпели методики психологического отбора. Были разработаны методики оценки профессионально значимых психофизиологических качеств, пригодные для динамического, в том числе дистанционного наблюдения за состоянием здоровья и работоспособностью летчиков и космонавтов. Были научно обоснованы, разработаны, систематизированы и внедрены в практику такие группы психофизиологических методов как наблюдение, тестирование индивидуально-психологических качеств с применением опросников, специальной аппаратуры, проективных техник и др. [24]. Весь этот методический арсенал был востребован и в других опасных профессиях. После доработки и уточнения оценочных критериев он стал широко использоваться в Вооруженных силах (ВС), на железной дороге, в электроэнергетике

В Вооруженных силах, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28 февраля 1994 г. № 170 был создан 178 Научно-практический центр (военно-профессиональной ориентации и отбора на военную службу) Генерального штаба ВС РФ. После его создания психофизиологическое направление в ВС РФ приобрело всеобъемлющий характер в части отбора и затронуло не только военно-учебные заведения, но и большинство воинских частей различных видов ВС [25], [26].

Внедрение на сети железных дорог профессионального психофизиологического отбора работников локомотивных бригад (указания МПС России от 31 июля 1985 г. № 955у, 5 мая 1986 г. № Т-14150, 25 ноября 1993 г. № 226у) позволило заметно повысить уровень безопасности движения поездов и снизить количество аварийных ситуаций по вине человека. Методическое обеспечение психофизиологических лабораторий МПС России осуществляла лаборатория инженерной психологии Всероссийского НИИ железнодорожного транспорта под руководством Л. С. Нерсисяна [27].

Дальнейшее развитие психофизиологического направления в медицине было во многом связано с работами в области электроэнергетики. В этой сфере были успешно интегрированы в единую систему защиты здоровья персонала психофизиологический отбор, контроль состояния здоровья человека в процессе профессиональной деятельности (периодические осмотры с использованием психофизиологических методик), допусковый контроль, методы восстановительной медицины на основе психофизиологии, эргономические исследования [28]. В конце 90-х годов в соответствии с Приказом РАО «ЕЭС России» от 30.12.99 № 535 была создана «Система обеспечения надежности профессиональной деятельности и сохранения здоровья персонала». В 2000 году вышел целый ряд нормативных документов, определяющих статус, порядок работы, методики и критерии психофизиологических обследований. Среди них, разработанное и внедренное в практику Методическое руководство «О создании Системы обеспечения надежности профессиональной деятельности и сохранения здоровья персонала» [29].

Следует подчеркнуть, что в 1990-х, начале 2000 годов, методический арсенал психофизиологии, прежде всего, диагностический не только значительно расширился, но и усовершенствовался за счет использования новых, прежде всего, компьютерных технологий и современных математических методов анализа экспериментального материала. Появились автоматизированные компьютерные комплексы диагностики и оценки работоспособности, психического статуса, функционального, психического состояния. В качестве примера таких комплексов можно привести унифицированный многопостовой комплекс оценки состояния персонала «Психофизиолог-Н» и аппаратно-программный психодиагностический комплекс «Мультитипсихометр» предназначенные для проведения комплексной оценки уровня развития широкого спектра профессионально важных качеств, психологических и психофизиологических свойств, характеристик психологического состояния кандидатов по результатам выполнения тестовых заданий и их комбинаций в том числе с использованием физиологических методик, основанных на анализе сердечного ритма и электрокожного сопротивления [30], [31]. Другой пример аппаратно-программных комплексов этого периода связан с объективизацией функционального состояния человека посредством фиксации и анализа движений человека на уровне его поздних реакций – стабиграфический комплекс. [32].

Развитие отечественной психофизиологии не могло происходить без наличия подготовленных врачей в этой сфере деятельности. Такая подготовка осуществлялась на некоторых кафедрах медицинских высших учебных заведений в рамках определенных дисциплин, таких, например, как авиационная медицина или нормальная физиология.

Так, подготовка военных врачей по специальности «военная психофизиология» была начата в 1981 году на кафедре нормальной физиологии Военно-медицинской академии. Был создан курс военной психофизиологии, на котором преподавались физиология высшей нервной деятельности, основы общей, дифференциальной, медицинской, возрастной и инженерной психологии, эргономики, вопросы профессионального психофизиологического отбора и сопровождения, основы психофизиологической коррекции и реабилитации военнослужащих. Отдельно для Военно-воздушных сил подготовка врачей в этом направлении осуществлялась на соответствующем курсе кафедры авиационной и космической медицины с 1985 г. А в 1997 г. согласно Директивам Генерального штаба МО РФ и по приказу начальника Военно-медицинской академии была создана кафедра военной психофизиологии. На сегодняшний день кафедра располагает высоким научно-педагогическим потенциалом, по подготовке военных специалистов в данной области медицины [33].

Наряду с такими традиционными для психофизиологии направлениями, как «сенсорная психофизиология» и «психофизиология функциональных состояний» и др., в последние двадцать лет активно формировалась область новой компетенции: «клиническая психофизиология». Предпосылки к возникновению клинической психофизиологии заключались в том, что тенденция в современной медицине к узкой врачебной специализации неизбежно привела к методологически и практически ограниченному локальному взгляду на больного и, соответственно, на весь комплекс лечебно-диагностических мероприятий. Подразумевается также, что ее прикладное значение определяется непосредственными потребностями клинической медицины. Клиническая психофизиология - междисциплинарная область знаний о физиологических механизмах изменений психической деятельности человека при психической и соматической патологии, а также их взаимных влияниях. Она предполагает также изучение этиологических факторов, патогенетических механизмов, адекватной терапии психосоматических заболеваний, а также профессиональной реабилитации. Для решения этих и ряда других проблем, традиционно подпадающих под компетенцию психиатров и

клинических психологов, клинические психофизиологи используют широкий спектр психофизиологических методов: регистрацию и анализ электроэнцефалографии и вызванных потенциалов мозга, функциональную магнитно-резонансную томографию, позитронно-эмиссионную томографию, биохимические и нейрогенетические методы. [5]. Соединение психофизиологии с клинической психологией и психиатрией дало основание Нобелевскому лауреату Э. Кэнделу (США) говорить о формировании новой объективной нейробиологической базы для современной психиатрии и «ренессанса психоаналитической мысли» [34].

В настоящее время результаты научных исследований в области клинической психофизиологии востребованы практикой и актуальны широкому кругу практических социально значимых задач в области медицины и здравоохранения в целом. Подготовка специалистов в этой области осуществляется на кафедрах соответствующих ВУЗов, в том числе и медицинских, в соответствии Федеральным государственным общеобразовательным стандартом высшего образования [35].

Среди них особо выделяются научно-педагогические и исследовательские подразделения, характеризующиеся уникальными научными школами, ставшими ведущими в Российской Федерации, признанными международным научным сообществом:

- кафедра психофизиологии факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова, созданная в сентябре 1970 года на базе лаборатории психофизиологии по инициативе и при активном участии декана факультета профессора А.Н. Леонтьева, профессоров А.Р. Лурии, П.Я. Гальперина и Е.Н. Соколова [36];

- кафедра медицинской психологии и психофизиологии Санкт – Петербургского государственного университета была открыта на факультете психологии в 1994 году. Университет был основан по указу императора Петра I и сегодня Санкт-Петербургский университет единственный вуз России, отметивший свое 290-летие. За почти три века истории Университета в нем учились и работали тысячи выдающихся ученых, среди них И. П. Павлов, который в значительной мере повлиял на развитие отечественной и мировой психологии [37];

- кафедра педагогики и медицинской психологии с отделением клинической психологии Первого МГМУ им. И.М.Сеченова имеющего давние традиции изучения психики человека (в конце XIX в. открыта психологическая лаборатория, которую возглавил проф. А.А. Токарский; психиатрическая клиника им. С.С. Корсакова имеет давние традиции изучения психических явлений, в советский период в ней функционировала лаборатория психодиагностики, которую возглавлял проф. Ф.Б. Березин; в институте физиологии человека работали профессора И.М. Сеченов, П.К. Анохин, К.В. Судаков, создав уникальную научную школу, внесшую вклад в понимание психофизиологических процессов, др.) [38].

### Заключение

Таким образом, в России начиная с XIX века началось становление психофизиологии в рамках медицины. Развитие психофизиологии шло не равномерно и поэтапно.

Первый этап связан с именами выдающихся отечественных ученых И.М. Сеченова и И.П. Павлова. Они заложили теоретическую основу психофизиологии в медицине, рассматривая организм человека в неразрывной связи с окружающей средой, а жизнь на всех ступенях ее развития как приспособление организма к условиям его существования.

Следующий большой этап развития психофизиологии проходил в связи с потребностями авиации. Это и психофизиологический отбор авиаторов, и эргономические исследования, и методические проблемы, связанные с профессиональной подготовкой летчиков на основе психофизиологических механизмов выработки навыков, умений, и поддержание работоспособности и функционального состояния в процессе деятельности на оптимальном уровне.

Заключительный этап становления психофизиологии в СССР и России начался в 60-е годы XX столетия и продолжается до наших дней. Его главные особенности заключаются в формировании самостоятельных направлений в области медицины и здравоохранения, в том числе клинической психофизиологии со своими теоретическими разработками, методическим аппаратом и подготовкой высококвалифицированных специалистов.

Если раньше в начале своего становления под термином «психофизиология» в большей степени понималась физиология анализаторов, органов чувств, то уже в 60-е годы XX столетия психофизиология в большей степени стала решать задачи, связанные с изучением познавательных психических процессов (ощущение, восприятие, память, внимание, мышление). В настоящее время психофизиология охватывает более широкий круг задач. Сюда входят: типологические особенности ЦНС, основы физиологии ВВД, функциональное состояние анализаторов (афферентных) систем, ответные реакции в форме различных по скорости и сложности моторных актов, объем и скорость переработки информации, поведенческие реакции человека в экстремальных ситуациях и др. Психофизиология, занимая пограничное состояние между физиологией ЦНС, физиологией ВВД, нейрофизиологией и клинической медициной, самым теснейшим образом связана с эргономикой и инженерной психологией.

В заключение отметим, что к настоящему времени психофизиологию можно рассматривать как перспективную и востребованную практикой междисциплинарную область медицины.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Кондаков И.М. Психология. Иллюстрированный словарь. / И.М. Кондаков. – 2-е изд. доп. и перераб. – Санкт-Петербург: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2007, – С. 113-114.
2. Шихи Н. Психология: биографический библиографический словарь / Н. Шихи, Э. Д. Чепман, У. А. Конрой. - Санкт-Петербург: Евразия, 1999. – 932 с.
3. Вундт В. Проблемы психологии народов / Вильгельм Вундт. - СПб.: Питер, 2001. – 159 с.

4. Вундт В. Введение в психологию / Вундт; [Пер. Н. Самсонов]. - СПб.: Питер, 2002. – 125 с.
5. Черноризов А.М. «Проблемное поле» современной психофизиологии: от нанонейроники до сознания / А.М. Черноризов // Вестник Московского Университета. Сер. 14. Психология. 2007. № 3. – С. 15-43
6. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. 4-е изд. / Р.С. Немов. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. – 688 с.
7. Абраменкова В.В. Психология: Словарь / В.В. Абраменкова [и др.]; Под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. - 2-е изд., испр. и доп. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
8. Мюнстерберг Г. Основы психотехники/ Г. Мюнстерберг Пер. с нем. под ред. и с предисл. Б. Н. Северного и В. М. Экземлярского. - 2-е изд. - Москва: Русский книжник, 1925. – 148 с.
9. Дикая Д.А. Основы психофизиологии: учебное пособие. - Ростов-на-Дону: «Южный Федеральный Университет» / Д.А. Дикая, И.С. Дикая. – 2016. – 138 с.
10. Сеченов И.М. Рефлексы головного мозга: попытка свести способ происхождения психических явлений на физиологические основы / И. М. Сеченов. - Изд. 5-е. - Москва: ЛИБРОКОМ, 2010. – 123 с.
11. Платонов К. К. Материалы из прошлого отечественной авиационной медицины / К.К. Платонов, А.А. Лавникова. - Москва: ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 1957. – 67 с.
12. Рычков М. Поднятие на воздушном шаре в С.-Петербурге 20 мая (1 июня 1873 года) / М. Рычков. - Санкт-Петербург: тип. В. Безобразова и К°, 1882. – 77 с.
13. Бодров В.А. Проблемы космической биологии, т. 48. Психологический отбор летчиков и космонавтов / В.А. Бодров, В.Б. Малкин, Б.Л. Покровский. - Москва: Наука, 1984. – 264 с.
14. Константинов В.В. История профессионального психологического отбора: научно-исследовательские подразделения Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова / В.В. Константинов, В.В. Юсупов, В.Н. Болахан и др. - СПб.: ВМедА, 2018. – 204 с.
15. Психологический отбор летчиков / Под ред. Е.А. Милеряна. Киев: НИИ психологии УССР, 1966. – 234 с.
16. Давыдов Д. В. История о том, как появилась ВЛЭК / Медицинский центр «Авиа ПАРТ», Нижний Новгород, - 2019. [Электронный ресурс] - URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c6e4fe603b2f900af5bd1a1/istoriia-o-tom-kak-poiavilas-vlek-5c6e503fa3e97b00b069d74e> (дата обращения: 30.06.2020).
17. Фрунзе М.В. Избранные произведения / М.В. Фрунзе. - М.: Военное издательство народного комиссариата обороны Союза ССР. 1940. – С. 67-68.
18. Меденков А.А. Становление отечественной авиационной психофизиологии. В сборнике: Современные противоречия и направления развития авиационной и космической медицины / Меденков А.А., Дворников М.В. // Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. - Санкт-Петербург: ВМедА, 2018. – С. 202-208.
19. Бодров В.А. Некоторые вопросы психофизиологического отбора корабельных специалистов / В.А. Бодров // Военно-медицинский журнал 1972. № 5. – С. 51-54.
20. Васильков А.М. Единая система профессионального психологического отбора в Вооруженных Силах Российской Федерации 15 лет спустя: опыт, проблемы и пути ее совершенствования / Васильков А.М. // Материалы конференции НИИ (кораблестроения и вооружения ВМФ) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова». – СПб, 2014. – 127 с.
21. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
22. Косачев В.Е. Квалиметрические аспекты оценки функционального состояния человека-оператора в кн.: Медицинские информационные системы / В.Е. Косачев, В. М. Усов и др. – Таганрог, 1988. – С. 100 -105.
23. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Иваново, 2000. – 200 с.
24. Бодров В.А. Проблемы космической биологии, т. 48. Психологический отбор летчиков и космонавтов / В.М. Михайлов, В.Б. Малкин, Б.Л. Покровский. – Москва: Наука, 1984. – 264 с.
25. Профессиональный психологический отбор кандидатов в военно-учебные заведения Министерства обороны Российской Федерации (Методические рекомендации). М.: Министерство обороны. 1994. – 295 с.
26. Основы военного профессионального психологического отбора. Учебное пособие. М. Военное издательство, 2005. – 464 с.
27. Пушкин В.Н. Железнодорожная психология / В.Н. Пушкин, Л.С. Нерсисян. - Москва: Транспорт, 1972. – 239 с.
28. Косачев В.Е. Охрана труда: психофизиологические и медицинские аспекты / В.Е. Косачев // Энергетик. 2011, № 9. – С. 13-15.
29. Методическое руководство по организации и проведению психофизиологических обследований персонала энергетических предприятий (РД 153-34.0-03.504-00). М., Минздрав РФ, Минтопэнерго РФ, РАО «ЕЭС России», 2000. – 53 с.
30. Скоморохов А.А. Унифицированный многопостовой комплекс оценки состояния персонала / А.А. Скоморохов, В.Е. Косачев, А.А. Талалаев // Материалы всероссийской научно-технической конференции «Медицинские информационные системы» Мис-2002. Известия ТРТУ № 5, Таганрог, 2002. – С. 23-28.
31. Аппаратно-программный психодиагностический комплекс «Мультипсихометр» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.multipsychemetr.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).
32. Патент на изобретение № 2165733 РФ, МКИА 61 В 5/130, 5/00. Способ оценки общего функционального состояния человека / И.В., Кондратьев, Г.А., Переяслов, С.С Слива и др. - № 99105091; Заявлено 15.03.99; Опубликовано 27.04.2001, Бюллетень № 12, Приоритет 15.03.99. – 8 с.
33. Военно-медицинская академия, кафедра военной психофизиологии [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vmeda.org/s-02-02/ds-02-05/> (дата обращения: 01.04.2020).

34. Kandel E.R. A new intellectual framework for psychiatry / Kandel E.R. // Am J. Psychiatry.- 1998, pp. 457-468.
35. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования [Электронный ресурс] // Федеральные государственные образовательные стандарты. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?rnd=AC83FFC1A7D7538760EEDBC064D0DFB2&req=doc&base=LAW&n=222379&REFFIELD=134&REFDST=1000002824&REFDOC=142304&REFBASE=LAW&stat=refcode%3D16876%3Bindex%3D2971#1mo1f7i8o7v> (дата обращения: 12.05.2020).
36. Кафедра психофизиологии факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова [Электронный ресурс]. – URL: <http://psy.msu.ru/about/kaf/psychophysiology/> (дата обращения: 14.05.2020).
37. Кафедра медицинской психологии и психофизиологии Санкт – Петербургского государственного университета [Электронный ресурс]. – URL: <https://psy.spbu.ru/departament/chairs/med>. (дата обращения: 14.05.2020).
38. Кафедра педагогики и медицинской психологии с отделением клинической психологии Первого МГМУ им. И.М.Сеченова [Электронный ресурс] <https://www.sechenov.ru/univers/structure/facultie/vso/kafedry4/kafedra-pedagogiki-i-meditinskoy-psikhologii/otdelenie-klinicheskaya-psikhologiya/> (дата обращения: 14.05.2020).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Kondakov I.M. Psikhologiya. Illiustrirovannyi slovar [Psychology. Illustrated dictionary] / I.M. Kondakov. 2-nd edition. – Sankt-Peterburg: Prain-EVROZNAK, 2007, pp. 113-114. [in Russian]
2. Shikhi N. Psikhologiya: biograficheskii slovar [Psychology: a biographical bibliographic dictionary] / N. Shikhi, E. D. Chepman, U. A. Konroi. Sankt-Peterburg: Evraziia, 1999. - 932 p. [in Russian]
3. Vundt V. Problemy psikhologii narodov [Problems of psychology of peoples] / Vilgelm Vundt. Sankt-Peterburg: Piter, 2001. 159 p. [in Russian]
4. Vundt V. Vvedenie v psikhologiyu [Introduction to psychology] Vilgelm Vundt; V. Vundt. Sankt-Peterburg: Piter, 2002. 125 p. [in Russian]
5. Chernorizov A.M. "Problemnoe pole" sovremennoi psikhofiziologii: ot nanoneironiki do soznaniia [The "problem field" of modern neuroscience: from nanokeramiki to mind] // Vestnik Moskovskogo Universiteta [Bulletin of Moscow University], ser. 14. Psikhologiya / A.M. Chernorizov. 2007. no. 3, pp. 15-43. [in Russian]
6. Nemov R.S. Psikhologiya: Ucheb. dlia stud. vyssh. ped. ucheb. Zavedenii [Psychology: Textbook for students of higher educational institutions]. in 3 books. 4-rd ed. / R.S. Nemov. Moscow: VLADOS, 2003. - 688 p. [in Russian]
7. Abramenkova V. V. Psikhologiya: Slovar [Psychology: Dictionary]. In A. V. Petrovskogo, M. G. Iaroshevskogo. - 2-nd edition. / V. V., Abramenkova et al. Moscow: Politizdat, 1990. - 494 p. [in Russian]
8. Miunsterberg G. Osnovy psikhotehniki [Basics of psychotechnics]. ed. B. N. Severnogo i V. M. Ekzemliarskogo. - 2-nd edition / G. Miunsterberg. - Moscow: Russki knizhnik, 1925. - 148 p. [in Russian]
9. Dikaia D.A. Osnovy psikhofiziologii: uchebnoe posobie [Fundamentals of psychophysiology: textbook] / D.A., Dikaia, I.S. Dikii. - Rostov-na-Donu: "Iuzhnyi Federalnyi Universitet" 2016. - 138 p. [in Russian]
10. Sechenov I. M. Refleksy golovnogo mozga: popytka svesti sposob proiskhozhdeniia psikhicheskikh i avleniina fiziologicheskikh osnovy: s biografiei I. M. Sechenova [Reflexes of human brain: an attempt to line up the way of origin of mental phenomena on the physiological basis] / I. M. Sechenov. - Moscow: LIBROKOM, 2010. 123 p. [in Russian]
11. Platonov K. K. Materialy iz proshlogo otechestvennoi aviatsionnoi meditsiny [Materials from the past of Russian aviation medicine]. / K. K. Platonov, A. A. Lavnikov. - Moscow: VVIA im. prof. N. E. Zhukovskogo, 1957. - 67 p. [in Russian]
12. Rykachev M. Podnatie na vozdushnom share v S.-Peterburge 20 maia/1 iunia 1873 goda [Air-balloon ascension in St. Petersburg may 20/June 1, 1873] / M. Rykacheva. -Sankt-Peterburg: tip. V. Bezobrazova i K°, 1882. - 77 p. [in Russian]
13. Bodrov V.A. Problemy kosmicheskoi biologii, Psikhologicheskii otbor letchikov i kosmonavtov [Problems of space biology. Psychological selection of pilots and cosmonauts.]. Vol. 48. / V.A., Bodrov, V.B., Malkin, B.L. Pokrovskii. - Moscow: Nauka, 1984. - 264 p. [in Russian]
14. Konstantinov V.V. Istoriia professionalnogo psikhologicheskogo otbora: nauchno-issledovatel'skie podrazdeleniia Voenno-meditsinskoi akademii imeni S.M. Kirova [History of professional psychological selection: research units of the Kirov Military Medical Academy] / V.V. Konstantinov, V.V. Iusupov, V.N. Bolekhan, et al.-Snkt-Peterburg: VMedA, 2018. -204 p. [in Russian]
15. Psikhologicheskii otbor letchikov [Psychological selection of pilots]. In Mileriana. Kiev: NII psikhologii USSR, 1966. -234 p. [in Russian]
16. Davydov D. V. Istoriia o tom, kak poiavilas VLEK [The story of how the VLEC appeared] / D. V. Davydov Meditsinski tsentr "Avia PART", Nizhnyi Novgorod, 2019. [Electronic resource]. – URL: <https://clck.ru/UCa6A> (accessed 30.06.2020). [in Russian]
17. Frunze M.V. Izbrannye proizvedeniia [Selected works] / M.V. Frunze. - Moscow: SSR. - 1940.-67p. [in Russian]
18. Medenkov A.A. Stanovlenie otechestvennoi aviatsionnoi psikhofiziologii. V sbornike: Sovremennye protivorechiia i napravleniia razvitiia aviatsionnoi i kosmicheskoi meditsiny [Formation of the national aviation psychophysiology. In the collection: Modern contradictions and trends in the development of aviation and space medicine] / A.A., Medenkov, M.V. Dvornikov // Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 60-letiiu kafedry aviatsionnoi i kosmicheskoi meditsiny Voenno-meditsinskoi akademii imeni S.M. Kirova [Proceedings of the scientific and practical conference dedicated to the 60th anniversary of the Department of aviation and space medicine of the Kirov Military medical Academy]. - Sankt-Peterburg: VMedA, 2018.- pp. 202-208. [in Russian]
19. Bodrov V.A. Nekotorye voprosy psikhofiziologicheskogo otbora korabelnykh spetsialistov [Some questions of psychophysiological selection of ship's specialists] / V.A. Bodrov // Voenno-meditsinskii zhurnal. [Military Medical Journal]. 1972, no. 5, pp.51-54. [in Russian]
20. Vasil'kov A.M. Edinaya Sistema professional'nogo psikhologicheskogo otbora v Vooruzhennykh Silakh Rossiiskoi Federatsii 15 let spustya: opyt, problemy i putie sovershenstvovaniia [Unified system of professional psychological selection in

the Armed Forces of the Russian Federation 15 years later: experience, problems and ways to improve it] / A.M. Vasil'kov // NII (korablestroeniya i vooruzheniya VMF) VUNC VMF "Voenno-morskaya akademiya imeni Admirala Flota Sovetskogo Soyuza N.G. KuznecovA". Sankt-Peterburg, 2014.- 127 p. [in Russian]

21. Baevskij R.M. Matematicheskij analiz izmenenij serdechnogo ritma pri stresse [Mathematical analysis of changes in heart rate during stress] / R.M., Baevskij, O.I., Kirillov, S.Z. Kleckin Moscow: Nauka, 1984.- 221 p. [in Russian]

22. Kosachev V.E. Kvalimetricheskie aspekty ocenki funkcional'nogo sostoyaniya cheloveka-operatora [Qualimetric aspects of evaluating the functional state of a human operator]. Medicinskie informacionnye sistemy [Medical information system] / Kosachev V.E., Usov V.M., Osipova N.A. Taganrog, 1988. pp. 100 – 105. [in Russian]

23. Mihajlov V.M. Variabel'nost' ritma serdca. Opyt prakticheskogo primeneniya metoda [Heart rate variability. Experience in practical application of the method] / V.M. Mihajlov. Ivanovo, 2000.- 200 p. [in Russian]

24. Bodrov V.A. Problemy kosmicheskoy biologii [Problems of space biology]. Vol. 48. Psikhologicheskij otbor letchikov i kosmonavtov [Psychological selection of pilots and cosmonauts] / V.A. Bodrov, V.B. Malkin, B.L. Pokrovskij. Moscow: Nauka, 1984. -264 p. [in Russian]

25. Professional'nyj psikhologicheskij otbor kandidatov v voenno-uchebnye zavedeniya Ministerstva oborony Rossijskoj Federacii (Metodicheskie rekomendacii) [Professional psychological selection of candidates for military educational institutions of the Ministry of defense of the Russian Federation (Guidelines)]. Moscow: Ministerstvo Oborony. 1994.- 295 p. [in Russian]

26. Osnovy voennogo professional'nogo psikhologicheskogo otbora. Uchebnoe posobie [Fundamentals of military professional psychological selection. Textbook.]. M.: Military publishing house, 2005.- 464 p. [in Russian]

27. Pushkin V.N. Zheleznodorozhnaya psikhologiya [Railway psychology] / V.N., Pushkin, L.S. Nersesyan. Moscow: Transport, 1972.- 239 p. [in Russian]

28. Kosachev V.E. Okhrana truda: psikhofiziologicheskie i medicinskie aspekty [Labor protection: psychophysiological and medical aspects] / V.E. Kosachev // Ehnergetik [Powerman], 2011, no. 9, pp. 13-15. [in Russian]

29. Metodicheskoe rukovodstvo po organizacii i provedeniyu psikhofiziologicheskikh obsledovanij personala ehnergeticheskikh predpriyatij [Methodological guidelines for the organization and conduct of psychophysiological surveys of personnel of energy enterprises] (RD 153-34.0-03.504-00). Moscow: Minzdrav RF, Mintopehnergo RF, RAO «EEHS Rossii», 2000.-53 p. [in Russian]

30. Skomorokhov A.A. Unificirovannyj mnogopostovoj kompleks ocenki sostoyaniya personala [Unified multi-post complex of personnel assessment] / A.A., Skomorokhov, V.E., Kosachev, A.A. Talalaev // Materialy vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii "Medicinskie informacionnye sistemy" Mis-2002 [Proceedings of the all-Russian scientific and technical conference "Medical information systems" MIS-2002]. Izvestiya TRTU no. 5, Taganrog, 2002.- pp. 23-28. [in Russian]

31. Apparatno-programmnyj psikhodiagnosticheskij kompleks "Mul'tipsikhometr". [Hardware-software complex psychodiagnostic "Multipsichometr" [Electronic resource]. – URL: <http://www.multipsyhometr.ru/> (accessed 04.02.2020). [in Russian]

32. Kondrat'ev I.V. Patent na izobrenenie № 2165733 RF, MKIA 61 V 5/130, 5/00. Sposob ocenki obshchego funkcional'nogo sostoyaniya cheloveka / I.V., Kondrat'ev, G.A. Pereyaslo, S.S., Sliva et al. No. 99105091 [Patent for invention no. 2165733 of the Russian Federation, MKIA 61 IN 5/130, 5/00. Method for evaluating the overall functional state of a person. No. 99105091]. Zayavleno 15.03.99; Opublikovano 27.04.2001, Byulleten' no. 12, Prioritet 15.03.99.8 p. [in Russian]

33. Voenno-medicinskaya akademiya, kafedra voennoj psikhofiziologii. [Military medical Academy, Department of military psychophysiology]. [Electronic resource]. – URL: <https://www.vmeda.org/s-02-02/ds-02-05/> (accessed 01.04.2020). [in Russian]

34. Kandel E.R. A new intellectual framework for psychiatry / E.R. Kandel // Am J. Psychiatry. 155:4, April 1998.-pp. 457-468. [in Russian]

35. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart vysshego obrazovaniya [Federal state educational standard of higher education]. Federal'nye gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty [Federal state educational standards]. [Electronic resource]. – URL: <https://clck.ru/UCZh8> (accessed 12.05.2020). [in Russian]

36. Kafedra psikhofiziologii fakul'teta psikhologii MGU imeni M.V. Lomonosova [Department of psychophysiology, faculty of psychology, Lomonosov Moscow state University]. [Electronic resource]. – URL: <http://psy.msu.ru/about/kaf/psychophysiology/> (accessed 14.05.2020). [in Russian]

37. Kafedra medicinskoj psikhologii i psikhofiziologii Sankt – Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Department of medical psychology and psychophysiology of Saint Petersburg state University]. [Electronic resource]. – URL: <https://psy.spbu.ru/departament/chairs/med> (accessed 14.05.2020). [in Russian]

38. Kafedra pedagogiki i medicinskoj psikhologii s otdeleniem klinicheskoy psikhologii Pervogo MGU im. I.M. Sechenova [Department of pedagogy and medical psychology with the Department of clinical psychology of the First Sechenov Moscow state University]. [Electronic resource]. – URL: <https://clck.ru/UCZqn> (accessed 14.05.2020). [in Russian]



DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.051>**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ DANIO RERIO (ZEBRAFISH) В НЕФРОЛОГИИ:  
ОТ МОДЕЛИ ДО ОЦЕНКИ СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ**

Научная статья

**Качанов Д.А.<sup>1,\*</sup>, Атангулов Г.И.<sup>2</sup>, Салихов Х.Ф.<sup>3</sup>, Мамедов Н.Н.о.<sup>4</sup>, Умаров М.Д.<sup>5</sup>, Мухамедов Б.М.<sup>6</sup>,  
Кучерявенко М.Н.<sup>7</sup>, Громова В.С.<sup>8</sup>, Гамзатова Б.Н.<sup>9</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-1528-1899;<sup>1, 2, 6, 7, 8, 9</sup> Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова Минздрава России,  
Санкт-Петербург, Россия;<sup>3, 4, 5</sup> Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого Минобрнауки России,  
Великий Новгород, Россия

\* Корреспондирующий автор (Dmitrii.Kachanov[at]szgmu.ru)

**Аннотация**

В современной клинической практике для определения скорости клубочковой фильтрации существуют различные методы с применением как эндогенных, так и экзогенных маркеров фильтрации. У каждого метода есть свои преимущества и недостатки. В данной статье рассматриваются возможности использования аквариумной рыбки *Danio rerio* (Zebrafish) в доклинических исследованиях в качестве модельного объекта при оценке скорости клубочковой фильтрации.

**Ключевые слова:** *Danio rerio*, Zebrafish, скорость клубочковой фильтрации, нефрология.**POSSIBILITIES OF USING DANIO RERIO (ZEBRAFISH) IN NEPHROLOGY:  
FROM MODELING TO THE ESTIMATION OF GLOMERULAR FILTRATION RATE**

Research article

**Kachanov D.A.<sup>1,\*</sup>, Atangulov G.I.<sup>2</sup>, Salikhov Kh.F.<sup>3</sup>, Mamedov N.N.o.<sup>4</sup>, Umarov M.D.<sup>5</sup>, Mukhamedov B.M.<sup>6</sup>,  
Kucheryavenko M.N.<sup>7</sup>, Gromova V.S.<sup>8</sup>, Gamzatova B.N.<sup>9</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-1528-1899;<sup>1, 2, 6, 7, 8, 9</sup> I.I. Mechnikov North-Western State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,  
St. Petersburg, Russia;<sup>3, 4, 5</sup> Yaroslav-the-Wise Novgorod State University of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation,  
Veliky Novgorod, Russia

\* Corresponding author (Dmitrii.Kachanov[at]szgmu.ru)

**Abstract**

In modern clinical practice, there are various methods for determining the glomerular filtration rate using both endogenous and exogenous filtration markers. Each method has its own advantages and disadvantages. The current study discusses the possibilities of using the aquarium fish *Danio rerio* (Zebrafish) in preclinical studies as a model organism for assessing the glomerular filtration rate.

**Keywords:** *Danio rerio*, Zebrafish, glomerular filtration rate, nephrology.**Актуальность**

Определение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) необходимо для оценки функционального состояния почек. В рутинной клинической практике в качестве показателя для оценки функции почек часто используется концентрация креатинина плазмы крови. Более точным показателем является СКФ. До 40% лиц со сниженной СКФ имеют уровень креатинина плазмы в пределах нормы. СКФ можно вычислять, используя эндогенные (инулин) и экзогенные маркеры фильтрации; рассчитывать по клиренсу эндогенных маркеров фильтрации или по формулам, основанным на сывороточном уровне эндогенных маркеров (креатинин, цистатин С) [1], [2]. Данные методы обеспечивают получение более точной информации и позволяют сделать выводы о функциональном состоянии фильтрационного барьера и реабсорбционной способности почек. Дефекты клубочкового барьера могут вызывать протеинурию, а также приводить к хронической болезни почек [1].

Цель исследования – изучить возможность использования биологического объекта – аквариумной рыбки *Danio rerio* (Zebrafish) в качестве модельного объекта при различных заболеваниях почек и оценке скорости клубочковой фильтрации.

**Материалы и методы**

В данной работе проведен ретроспективный анализ данных зарубежных и отечественных работ (глубина исследования – 5 лет), посвященных использованию *Danio rerio* в доклинических исследованиях заболеваний почек.

**Результаты и обсуждение**

Лабораторные животные являются хорошим инструментом при проведении исследований новых лекарственных веществ. *Danio rerio* (Zebrafish) появился в качестве многообещающей новой экспериментальной модели для изучения различных заболеваний центральной нервной системы за счет своей высокой пропускной способности, генетического и физиологического сходства с человеком, низкой стоимости и быстрого репродуктивного цикла [1], [4], [5].

*Danio rerio* – это небольшая тропическая рыбка семейства карповых, обитающая в природе в прибрежных водах Индийского океана. По сравнению с другими модельными объектами, такими как плодовая мушка *Drosophila*

*melanogaster* и червь *Caenorhabditis elegans*, между геном человека и рыбки *Zebrafish* установлена сильная консервативная связь [2], [5]. Это делает тропическую рыбку отличной моделью для изучения комплексных биологических процессов таких как развитие нервной, сердечно-сосудистой и гемопоэтической систем, а также ангиогенеза, апоптоза и токсических эффектов влияния различных факторов [5], [6]. Кроме того, есть ряд практических преимуществ, позволяющих эффективно поддерживать популяцию рыбок и надёжно регистрировать изменения, возникающие в эмбрионах и личинках [1], [7], [8]. *Danio rerio* легко разводится: в результате каждого спаривания можно получить до 200 икринок. Кроме того, развитие ex utero и оптическая прозрачность эмбрионов в процессе эмбриогенеза позволяет проводить визуальный анализ эмбрионов на разных стадиях развития и оценить органогенез [2], [5], [9]. К 24 часам после фертилизации уже начинает формироваться общий план строения тела и все клетки-прекурсоры и ткани мозга, глаза и сердце уже можно легко обнаружить с помощью рутинного светового микроскопа. Эмбриогенез завершается к 72 часам после фертилизации, а наиболее важные органы, включая кардиоваскулярную систему, желудочно-кишечный тракт, печень и почки, уже полностью формируются к 96 часам после оплодотворения. Считается, что такое стремительное развитие за 96 часов у *Danio rerio* соответствует трёхмесячному развитию человеческого эмбриона [5], [10]. К настоящему времени уже получены сотни генетических мутантов *Danio rerio*, фенотип которых напоминает и может быть клиническим эквивалентом заболеваний у человека. Также получено несколько химерных моделей с рецепторами и сигнальными молекулами человека. Гены, кодирующие определённые рецепторы и сигнальные молекулы, как правило, связаны с развитием кардиоваскулярной патологии, заболеваниями кроветворной, нервной систем, миопатиями и миодистрофиями, что позволяет анализировать эффективность перспективных лекарственных препаратов [2], [5], [9].

Ранее уже был изучен арсенал различных линий крыс и мышей с различными генетическими дефектами, приводящими к заболеваниям почек, в которых исследователи пытались понять механизмы патологии и более тщательно разработать подходы к оценке скорости клубочковой фильтрации [1], [3]. Однако, процесс использования у лабораторных животных различных веществ, таких как инулин или йогексол, является трудоемким и включает анестезию, забор крови и мочи с дальнейшим лабораторным анализом. Помимо этого, использование различных видов млекопитающих требует обоснованной этической экспертизы, а ограниченное финансирование может стать еще одним препятствием при планировании и разработке дизайна этих исследований [1].

Аквариумные рыбки *Danio rerio* (*Zebrafish*) на сегодняшний день представляют собой ведущий перспективный модельный объект для целого ряда исследований болезней человека. Патологические состояния, которые влияют на развитие и функционирование нефрона (гломерулонефрит, острое повреждение почек, поликистоз почек и др.), были успешно воссозданы и проанализированы на рыбках *Danio rerio* [1], [3]. Парный орган выделения у икринок *Danio rerio* – пронефрос – является полезным объектом для биомедицинских исследований, не только в течение 2-5 дней после оплодотворения, но и за пределами этого периода в связи со своей анатомической «простотой», связанной с наличием только двух нефронов, происходящих из одного большого клубочка, расположенного по средней линии эмбриона [1]. Клубочковая фильтрация начинается уже через 48 часов после оплодотворения, а полное созревание и избирательная фильтрационная способность клубочка происходит на 4 день после оплодотворения, когда подоциты и эндотелиальные клетки уже хорошо развиты [3]. Пронефротическая трубка разделена на отдельные сегменты: проксимальный и дистальный. Все эти особенности имеют общие структурные и функциональные сходства с нефронами других млекопитающих, включая почки человека, и именно это дает возможность использовать рыбок *Danio rerio* в качестве модельного объекта для изучения фильтрационной способности клубочков при различных заболеваниях, а также их регенеративных способностей [1], [3], [4].

Существует достаточно много мутантных линий рыбок *Danio rerio*, которые используются для изучения функций почек. Так, линия *Tg(wtlb:EGFP)* обеспечивает флуоресцентную визуализацию проксимальных канальцев и клубочков нефронов с помощью зеленого флуоресцентного белка и используется в оценке важности белка опухоли Вильмса (WT1) в нефрогенезе *Danio rerio* (развитии пронефроса и клубочков). Это схоже с его ролью в опухолеобразовании у человека, поскольку WT1 также играет ключевую роль в развитии почек у млекопитающих, а его мутации могут привести к образованию нефробластомы (опухоли Вильмса) [1].

Учитывая важность мочевыделительной системы, наличие отека у мутантных *Danio rerio* может являться косвенным индикатором нарушения функции почек. Обязательной оговоркой данной модели является трудность обнаружения изменений в моче, оценке клиренса различных веществ, поскольку выделение у рыбок осуществляется в воду, а получить непосредственно чистую мочу не представляется возможным. Этот факт может ограничивать использование *Danio rerio* при моделировании различных заболеваний почек [1], [3], [4].

Исследования с флуоресцентными веществами дают возможность изучения скорости клубочковой фильтрации у рыбок *Danio rerio*. Флуоресцентные «индикаторы» вводят эмбрионам рыбок и прослеживают их прохождение в интересующей области под микроскопом [1], [3]. «Индикаторы» с большой молекулярной массой удерживаются неповрежденным почечным барьером и тем самым позволяют оценить функцию клубочка. Исследователями была разработана трансгенная линия для экспрессии витамин-D-связывающего белка, помеченного зеленым флуоресцентным белком (*VDBP-GFP*). При скрещивании данной линии с другой, в которой может быть индуцировано повреждение подоцитов, «двойной» трансгенный эмбрион показывает накопление *VDBP-GFP* в проксимальных канальцах, что свидетельствует о повреждении барьера клубочковой фильтрации [3], [6], [7]. Кроме того, комплексное изучение скорости исчезновения низкомолекулярных флуоресцентных «индикаторов» у рыбок может использоваться в качестве приблизительного маркера скорости клубочковой фильтрации. Нарушение данной функции приведет к задержке «индикаторов», что можно визуализировать и измерить [1], [3], [4].

**Выводы**

Аквариумные рыбки *Danio rerio* представляют собой полезную модель для изучения функций и заболеваний почек. Патологические состояния, которые влияют на развитие и функционирование нефрона, успешно воссозданы и проанализированы на рыбках *Danio rerio*. А исследования с различными флуоресцентными веществами дают возможность изучения на них скорости клубочковой фильтрации.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Список литературы / References**

1. Bachmann, S. From fish to nephrology: modeling glomerular function in *Danio rerio* larvae / Bachmann, Sebastian. // *Acta physiologica* (Oxford, England). 220. 10.1111/apha.12833.
2. Качанов Д.А. Сравнительный обзор возможностей использования *Danio rerio* (Zebrafish) в качестве модельного объекта в доклинических исследованиях / Д.А. Качанов и др. // *Уральский медицинский журнал*. – 2020. - №7(190). – С. 158-162.
3. Outtandy, P. Zebrafish as a model for kidney function and disease / P. Outtandy, C. Russell, R. Kleta et al. // *Pediatr Nephrol* 34, 751–762 (2019).
4. Pouretezadi, S. J. Little fish, big catch: zebrafish as a model for kidney disease / S. J. Pouretezadi, R. A. Wingert // *Kidney International*, 89(6), 1204–1210.doi:10.1016/j.kint.2016.01.031
5. Zarantoniello M. Zebrafish (*Danio rerio*) physiological and behavioural responses to insect-based diets: a multidisciplinary approach / M. Zarantoniello, B. Randazzo, G. Gioacchini et al. // *Sci Rep* 10, 10648 (2020).
6. Качанов Д.А. *Danio rerio* (Zebrafish) как универсальный модельный объект в доклинических исследованиях / Д.А. Качанов и др. // *Forcipe*. – 2018. - Т.1. - №1. – С. 49-54.
7. Hanke N. Fluorescence-Based Assay for Proteinuria Screening in Larval Zebrafish (*Danio rerio*) / N. Hanke, B.L. King, B. Vaske et al. // *Zebrafish*. 2015;12(5):372-376. doi:10.1089/zeb.2015.1093
8. Wang X. Evaluation of nephrotoxic effects of aristolochic acid on zebrafish (*Danio rerio*) larvae / X. Wang, K.C. Liu, G.J. Sun et al. // *Hum Exp Toxicol*. 2016 Sep;35(9):974-82. doi: 10.1177/0960327115613844. Epub 2015 Nov 26. PMID: 26612554.
9. Ribeiro S. Toxicity screening of Diclofenac, Propranolol, Sertraline and Simvastatin using *Danio rerio* and *Paracentrotus lividus* embryo bioassays / Silvia Ribeiro, Tiago Torres, Rosario Martins et al. // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. - 2015. - P. 67-74
10. Souza J.P. Toxicological effects of graphene oxide on adult zebrafish (*Danio rerio*) / J.P. Souza et al. // *Aquatic Toxicology*. - V 186 - 2017. - P. 11-18.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Bachmann, S. From fish to nephrology: modeling glomerular function in *Danio rerio* larvae / Bachmann, Sebastian. // *Acta physiologica* (Oxford, England). 220. 10.1111/apha.12833.
2. Kachanov D. A. Sravnitel'nyy obzor vozmozhnostej ispol'zovaniya *Danio rerio* (Zebrafish) v kachestva model'nogo ob#ekta v doklinicheskikh issledovaniyakh [Comparative review of the possibilities of using *Danio rerio* (Zebrafish) as a model object in preclinical research] / D. A. Kachanov et al. // *Ural'skiy medicinskiy zhurnal* [Ural Medical Journal]. – 2020. - №7(190). – Pp. 158-162. [in Russian]
3. Outtandy, P. Zebrafish as a model for kidney function and disease / P. Outtandy, C. Russell, R. Kleta et al. // *Pediatr Nephrol* 34, 751–762 (2019).
4. Pouretezadi, S. J. Little fish, big catch: zebrafish as a model for kidney disease / S. J. Pouretezadi, R. A. Wingert // *Kidney International*, 89(6), 1204–1210.doi:10.1016/j.kint.2016.01.031
5. Zarantoniello M. Zebrafish (*Danio rerio*) physiological and behavioural responses to insect-based diets: a multidisciplinary approach / M. Zarantoniello, B. Randazzo, G. Gioacchini et al. // *Sci Rep* 10, 10648 (2020).
6. Kachanov D. A. *Danio rerio* (Zebrafish) kak universal'nyy model'nyy ob#ekt v doklinicheskikh issledovaniyakh [*Danio rerio* (Zebrafish) as a universal model object in preclinical research] / D. A. Kachanov et al. // *Forcipe*. - 2018. - Vol. 1. - No. 1. - P. 49-54. [in Russian]
7. Hanke N. Fluorescence-Based Assay for Proteinuria Screening in Larval Zebrafish (*Danio rerio*) / N. Hanke, B.L. King, B. Vaske et al. // *Zebrafish*. 2015;12(5):372-376. doi:10.1089/zeb.2015.1093
8. Wang X. Evaluation of nephrotoxic effects of aristolochic acid on zebrafish (*Danio rerio*) larvae / X. Wang, K.C. Liu, G.J. Sun et al. // *Hum Exp Toxicol*. 2016 Sep;35(9):974-82. doi: 10.1177/0960327115613844. Epub 2015 Nov 26. PMID: 26612554.
9. Ribeiro S. Toxicity screening of Diclofenac, Propranolol, Sertraline and Simvastatin using *Danio rerio* and *Paracentrotus lividus* embryo bioassays / Silvia Ribeiro, Tiago Torres, Rosario Martins et al. // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. - 2015. - P. 67-74
10. Souza J.P. Toxicological effects of graphene oxide on adult zebrafish (*Danio rerio*) / J.P. Souza et al. // *Aquatic Toxicology*. - V 186 - 2017. - P. 11-18.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.052>**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ СТОМАТОЛОГИЯ В ОСТЕОПАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ  
ДИСТАЛЬНОЙ ОККЛЮЗИИ**

Научная статья

**Постников М.А.<sup>1</sup>, Павлова О.Н.<sup>2,\*</sup>, Клочков Ф.Г.<sup>3</sup>, Гусева Е.О.<sup>4</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-2232-8870;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-8055-1958;<sup>1,3</sup> Самарский государственный медицинский университет Минздрава России, Самара, Россия;<sup>2</sup> Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия;<sup>4</sup> Центр комплексной стоматологии, Самара, Россия

\*Корреспондирующий автор (casiopeya13[at]mail.ru)

**Аннотация**

Дистальная окклюзия зубных рядов является одной из самых распространенных аномалий зубочелюстной системы и составляет 24,5 %-37,3 % от всех аномалий окклюзии. Цель исследования: определить эффективность комплексного ортодонтического и остеопатического лечения пациентов с дистальной окклюзией. Материалы и методы исследования: исследование проведено в клинике ООО «Центр комплексной стоматологии», г. Самара с 2019 по 2020 гг. В исследовательскую группу вошло 30 пациентов, обратившихся за ортодонтическим лечением в возрасте от 7 до 8 лет. В основной группе пациентов проводилось ортодонтическое и остеопатическое лечение (15 человек). В контрольной группе проводилось только ортодонтическое лечение (15 человек). Выводы: установлена необходимость остеопатического вмешательства на всех этапах диагностики и лечения дистальной окклюзии. Применение принципов остеопатии в ортодонтическом лечении позволяет выявить и скорректировать патологические последствия воздействия ортодонтических аппаратов на организм и адаптировать изменения зубочелюстной системы ко всей структуре тела в целом. Установлена связь зубочелюстных аномалий и ПДМ.

**Ключевые слова:** дистальная окклюзия, остеопатическое лечение, ортодонтическое лечение.**FUNCTIONAL EVIDENCE-BASED DENTISTRY IN OSTEOPATHIC CORRECTION  
OF DISTAL OCCLUSION**

Research article

**Postnikov M.A.<sup>1</sup>, Pavlova O.N.<sup>2,\*</sup>, Klochkov F.G.<sup>3</sup>, Guseva E.O.<sup>4</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-2232-8870;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-8055-1958;<sup>1,3</sup> Samara State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Samara, Russia;<sup>2</sup> Samara State Railway University, Samara, Russia;<sup>4</sup> Complex Dentistry Center, Samara, Russia

\* Corresponding author (casiopeya13[at]mail.ru)

**Abstract**

Distal occlusion is one of the most common anomalies of the dentoalveolar system and accounts for 24.5% -37.3% of all occlusion anomalies. The objective of the study is to determine the effectiveness of complex orthodontic and osteopathic treatment of distal occlusion. Materials and methods: the study was conducted in the clinic of Tsenter kompleksnoy stomatologii LLC in Samara from 2019 to 2020. The research group included 30 patients who sought orthodontic treatment in the age range of 7 to 8 years. The main group of patients underwent orthodontic and osteopathic treatment (15 people in total), while in the control group, only orthodontic treatment was performed (15 people). Conclusions: the study establishes the necessity of osteopathic intervention at all stages of diagnosis and treatment of distal occlusion. The application of the principles of osteopathy in orthodontic treatment allows for identifying and correcting the pathological consequences of the impact of orthodontic devices on the organism as well as for adapting the changes in the dentoalveolar system to the entire structure of the body. The study also establishes a link between the dentoalveolar anomalies and the primary respiratory mechanism.

**Keywords:** distal occlusion, osteopathic treatment, orthodontic treatment.

Distal occlusion accounts for 24.5% to 37.3% of all occlusal anomalies and is one of the most common anomalies of the maxillary system. According to the literature, the prevalence of anomalies of the dentoalveolar system increases every year, especially in children and adolescents, as they are often associated with a violation of the timing of eruption and position of permanent teeth [1], [2].

Distal occlusion is a common anomaly among both young children and adolescents, reaching 37.3% to 65% of total patients [8], [9], [10]. One of the main causes of distal occlusion formation is skeletal disproportion, leading to disharmony of the middle and lower face and impairing its aesthetics [11], [12]. Along with morphological changes in children, breathing, chewing, swallowing, and speech are impaired [8]. In children, these disorders require special attention from the orthodontist because they adversely affect the physical and psychoemotional state of adolescents.

Defects of embryonic development, hormonal disorders, excessive growth of the mandible during puberty, underdevelopment or stunting of the middle third of the face, and hereditary factors are among the main causes of bite anomalies, according to most dentists [13]. Bite anomalies are not only a problem of occlusion and dentoalveolar dysfunction, but also affect the patient's posture and mental state [14].

Occlusal anomalies can be both a cause and a consequence of musculoskeletal disorders, and the inexplicable unsuccessful orthodontic treatment, its duration, the development of complications and relapses are sometimes due to the impact on the dentoalveolar system of disorders on other organs and systems.

The expansion of ideas about the relationship between anomalies of occlusions and general disorders of the body allows us to raise the question of the need for a comprehensive study of this pathology and treatment of such patients by a number of specialists, including osteopaths.

Purpose of the study: to determine the effectiveness of complex orthodontic and osteopathic treatment of patients with distal occlusion.

Research objectives: conduct a comprehensive orthodontic and osteopathic treatment of patients with distal occlusion in the main group; compare the results of orthodontic treatment of patients in the main and control groups; establish the effect of osteopathic correction on occlusion.

## Methods

The study was conducted in the clinic of the "Center of Complex Dentistry" LLC, Samara from 2019 to 2020. The study group included 30 patients who applied for orthodontic treatment at the age of 7 to 8 years. According to the random simple distribution methodology, they were divided into a main group and a control group, 15 people in each group. The parents of the children gave informed consent for their children's participation in the scientific experiment. The main group received orthodontic and osteopathic treatment. The control group received only orthodontic treatment.

All of the patients under study had a diagnosis of distal occlusion established by an orthodontist. The degree of complexity of the problem was the same. The duration of the disease was a period of alternate bite. Patients who had not previously undergone osteopathic treatment were included in the groups.

Patients with complicated chronic diseases were not included in the study groups, since these diseases can blur the clinical picture and reduce the reliability of the study. Patients who had previously undergone osteopathic treatment, had craniocerebral injuries, patients with whiplash and pronounced neurological symptoms were not included.

Each patient was examined, including: interview and examination, radiological examination consisting of an orthopantomogram (OPTG) and telerradiograph (TRG) of the head in lateral projection with transcription in Dolphin Imaging software (USA), anthropometric examination of plaster jaw models, and a photoprint.

Osteopathic examination of patients began with the collection of anamnesis according to a certain plan: general biographical data, data on living conditions, nutrition, education, as well as on working and living conditions of parents; data on hereditary burden; information on some moments of embryonic life and, finally, on the post-embryonic life of the child, relevant to the formation of the child body, breastfeeding, diseases - childhood and infectious diseases, on the state of the gastrointestinal tract, upper airways.

The osteopathic examination included determination of spheno-basilar synchondrosis (SBS) pattern; primary respiratory mechanism (PRM) parameters (rhythm, amplitude, strength) to assess liquor dynamics and vitality; cranial bone assessment, mobility; suture assessment; mutual tension membrane assessment; spine testing, sacral mobility assessment between the iliac bones.

The osteopathic diagnostic technique included: general and local listening to the patient standing and sitting, SBS diagnosis, palpatory measurement of the PDM, 4 horizontal lines test to assess symmetry of body structures, CO-C1 testing (occipital-atlanto-axial complex), and hyoid testing.

The control group of patients underwent orthodontic treatment using "CORREKTOR" elastopositioner ("Orthodont-Elit", Russia). They did not receive osteopathic treatment but underwent osteopathic testing before, during and after treatment.

Osteopathic examination of this group of patients was performed by active and passive tests. An osteopathic examination protocol was used to record pathobiomechanical abnormalities to be corrected.

The main group of patients underwent comprehensive osteopathic and orthodontic treatment using the elastopositioner "CORREACTOR".

Duration of treatment in both groups: 12 months.

All patients of the main group underwent osteopathic treatment - once every two weeks for two months, then once every three or four weeks according to an individual plan with the use of basic techniques: CV-4 fourth ventricle compression technique; venous sinus drainage technique; "frontal bone elevator"; spheno-basilar synchondrosis decompression technique; suture dysfunction elimination; cervical muscle correction techniques, hyoid release of dura mater attachments; work on craniosacral axis (sacrum, spine, skull); myofascial relaxation of masticatory muscles; technique on temporomandibular joint; on upper and lower jaw. After each session there was a balancing of the body system along the craniosacral axis.

## Results

One of the most important parameters of the study is anthropometric examination of plaster models of the jaws, as it gives a true picture of the development of the upper and lower jaws.

The sum of the relative deviations from the norm before and after treatment for each child in both groups was recorded in the table of total anthropometric parameters deviations from the norm. Based on these data, the degree of approximation to the norm in the first and second groups was determined (see table 1).

Table 1 – Data on anthropometric parameters of patients in the main and control groups

Group	Tone Index		Width of dental rows in the area $\frac{6}{6}   \frac{6}{6}$		Length of the anterior segment	
	scores	norm	scores	norm	scores	norm
Before orthodontic and osteopathic treatment						
1	1,31±0,04	1,33±0,03	39,1±1,25	41,5±1,49	19,3±0,68	17,3±0,55
			41,6±1,58	44,5±1,60	14,6±0,52	15,3±0,56
2	1,29±0,05	1,33±0,05	38,9±1,43	41,5±1,58	17,8±0,55	17,3±0,58
			40,2±1,37	44,5±1,56	16,6±0,56	15,3±0,44
After orthodontic treatment						
1	1,30±0,04	1,33±0,05	39,0±1,25	41,5±1,62	19,1±0,73	17,3±0,61
			41,8±1,55	44,5±1,51	15,0±0,54	15,3±0,52
2	1,31±0,05	1,33±0,03	41,2±1,19	41,5±1,45	17,0±0,66	17,3±0,58
			44,0±1,58	44,5±1,65	14,8±0,45	15,3±0,54
after orthodontic and osteopathic treatment						
1	1,31±0,05	1,33±0,03	40,3±1,45	41,5±1,49	16,9±0,59	17,3±0,61
			44,4±1,73	44,5±1,42	15,7±0,50	15,3±0,59
2	1,29±0,04	1,33±0,04	41,0±1,39	41,5±1,45	17,5±0,56	17,3±0,55
			44,2±1,67	44,5±1,42	15,6±0,59	15,3±0,58

Data on osteopathic tests of patients in both groups are presented in Table 2.

Table 2 – Data from osteopathic tests in patients

Patients No.	Tests				
	Pattern SBS	PRM	Four lines	C <sub>0</sub> C <sub>1</sub>	Hyoid bone
Before orthodontic and osteopathic treatment					
1	Lateral strain	6	The left shoulder is higher	+	+
2	Torsia left	7	The left shoulder is higher	+	+
After orthodontic treatment					
1	Lateral strain	6	+	++	+
2	Torsia left	6	+	+	+
After osteopathic and orthodontic treatment					
1	Approaching the norm	8	norm	-	-
2	norm	9	norm	-	-

Osteopathic testing revealed the following pathologies:

- SBS dysfunction (torsion, sidebanding, inferior vertical strein, SBS compression) in 100% of the main and control group patients;

- lesion of PRM in 100% of patients of the main and control groups;

- 4-line horizontality disorder in 100% of patients of the main and control groups;

- C<sub>0</sub>-C<sub>1</sub> dysfunction in 85% of patients in the main and control groups;

- displacement or limitation of mobility of the hyoid bone in 85% of patients in the main and control groups.

Testing confirmed the assumption of a lesion at the level of the PRM, SBS and at the level of cranial bone mobility.

According to the data presented in the table, patients in the control group who did not receive osteopathic treatment retained or worsened the results of osteopathic testing: osteopathic lesions persisted, became more pronounced, and new ones appeared. In the main group, which received osteopathic and orthodontic treatment, 90% of the lesions revealed by testing were eliminated.

The results of the psychological tests of the patients in both groups are presented in Table 3.

Table 3 – Results of psychological tests of patients

Main group before treatment: - presence of headaches in 9 children (60%); - fatigue in 12 children (80%); - sleep disturbances in 4 children (26.7%); - school performance: average or above average.	Main group after treatment: - no headaches in 100%; - fatigability decreased in 100%; - sleep normalized in 100%; - school performance improved in 100%.
Control group before treatment: - The presence of headaches in 7 children (46.7%); - fatigue in 10 children (66.7%); - sleep disorders in 5 children (33.4%); - school performance: average or above average.	Control group after treatment: - presence of headaches in 12 children (80%); - fatigue in 13 children (86.7%); - sleep disturbances in 12 children (80%); - school performance: average or below average.

Psychological testing data indicate greater efficacy of comprehensive osteopathic and orthodontic treatment of children with dentoalveolar anomalies.

Osteopathic testing data show the urgent need for osteopathic support for patients undergoing orthodontic treatment.

### Conclusion

The necessity of osteopathic intervention at all stages of diagnosis and treatment of patients with distal occlusion has been established. Application of osteopathy principles in orthodontic treatment allows to reveal and correct pathological effects of orthodontic appliances on the body and to adapt changes in the dentoalveolar system to the whole body structure. The relationship between dentoalveolar anomalies and PRM has been established.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Аверьянов С.В. Частота встречаемости зубочелюстных аномалий, ассоциированных с постуральными нарушениями, у лиц молодого возраста / С.В. Аверьянов, Г.Ф. Кадырбаев // Ортодонтия. – 2019. – № 2(86). – С.30–31.
2. Арсенина, О.И. Пределы и возможности ортодонтического лечения пациентов со скелетными формами сагиттальных аномалий (клинический случай) / Н. В. Попова, О. И. Арсенина, П. И. Махортова. // Ортодонтия. – 2019. – № 1(85). – С.52–60.
3. Ортодонтическое лечение зубоальвеолярной формы мезиальной окклюзии у детей 6–12 лет аппаратом Постникова, лицевой маской и брекет-системой / М. А. Постников, Д. А. Трунин, Н. В. Панкратова [и др.] // Стоматология. – 2018. – Т. 97, № 1. – С.32–39.
4. Постников, М. А. Мезиальная окклюзия. Способы лечения и ортодонтические аппараты / М. А. Постников, Н. В. Панкратова, Г. В. Степанов [и др.]. – Самара : Офорт, 2018. – 126 с.
5. Образцов Ю.Л. Пропедевтическая ортодонтия. / Ю.Л. Образцов, С.Н. Ларионов. – СПб.: Спецлит, 2007. – 160 с.
6. Водолацкий В. М. Клиника и комплексное лечение сочетанных форм аномалии окклюзии зубных рядов у детей и подростков. – Автореферат канд. дисс. / Водолацкий В. М. – Ставрополь, 2010. – 24 с.
7. Козлов Д. С. Изучение распространенности зубочелюстных аномалий и деформаций среди детей школьного возраста. Мониторинг проведенного ортодонтического лечения и анализ его эффективности. – Автореферат канд. дисс. / Козлов Д. С. – Воронеж, 2009. – 24 с.
8. Аверьянов С.В. Влияние зубочелюстных аномалий на уровень качества жизни / С.В. Аверьянов, А.В. Зубарева // Ортодонтия. 2016. Т. 74, № 2. С. 33–34.
9. Данилова М.А. Комплексное лечение растущих пациентов с сочетанной формой дистальной окклюзии зубных рядов и вертикальной резцовой дизокклюзией / М.А. Данилова, М.Л. Пономарева, О.Б. Горева // Стоматология детского возраста и профилактика. 2013. № 3 (46). С. 38–42.
10. Жармагамбетова А.Г. Лечение дистального прикуса у детей / А.Г. Жармагамбетова, С.Т. Тулеутаева, К.С. Мухтарова и др. // Стоматология. 2016. Т. 95, № 3. С. 49–51.
11. Аникиенко А.А. Влияние ортодонтического лечения на рост челюстей при дистальной окклюзии / А.А. Аникиенко, Л.И. Камышева, Л.А. Логинова // Ортодонт-Инфо. 2000. № 1–2. С. 57–60.
12. Ишмурзин П.В. Изменение эстетических параметров лица у пациентов с трансверзальными аномалиями окклюзии / П.В. Ишмурзин: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь, 2005. 19 с.
13. Данилова М.А. Комплексное лечение растущих пациентов с сочетанной формой дистальной окклюзии зубных рядов и вертикальной резцовой дизокклюзией / М.А. Данилова, М.Л. Пономарева, О.Б. Горева // Стоматология детского возраста и профилактика. 2013. № 3 (46). С. 38–42.
14. Анохина А.В. Современные концепции лечения дистальной окклюзии у растущих пациентов на основе анализа литературы / А.В. Анохина, Т.В. Лосева // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Т. 18., № 3 С. 18–25.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Averyanov, S.V. Chastota vstrechaemosti zubocheljustnyh anomalij, associirovannyh s postural'nyimi narushenijami, u lic mladogo vozrasta [Frequency of dental and maxillary anomalies associated with postural abnormalities in young adults] / S.V. Averyanov, G.F. Kadyrbaev. // Ortodontija [Orthodontics]. – 2019. – № 2(86). – P.30–31. [in Russian]
2. Arsenina, O.I. Predely i vozmozhnosti ortodonticheskogo lechenija pacientov so skeletnymi formami sagittal'nyh anomalij (klinicheskij sluchaj) [Limits and possibilities of orthodontic treatment of patients with skeletal forms of sagittal anomalies (clinical case)] / N.V. Popova, O.I. Arsenina, P.I. Makhortova // Ortodontija [Orthodontia]. – 2019. – № 1(85). – P.52–60. [in Russian]
3. Ortodonticheskoe lechenie zuboal'veoljarnoj formy mezial'noj okkljuzii u detej 6–12 let apparatom Postnikova, licevoj maskoj i breket-sistemoj [Orthodontic treatment of tooth–alveolar form of mesial occlusion in children 6–12 years old with Postnikov apparatus, facial mask and bracket system] / M. Postnikov A., Trunin D. A., Pankratova N. V. [et al.] // Stomatologija [Dentistry]. – 2018. – Vol. 97, № 1. – P.32–39. [in Russian]
4. Postnikov M. A. Mezial'naja okkljuzija. Sposoby lechenija i ortodonticheskie apparaty [Mesial occlusion. Methods of treatment and orthodontic devices] / M. A. Postnikov, N. V. Pankratova, G. V. Stepanov [et al.] – Samara : Ofort, 2018. – 126 p. [in Russian]
5. Obratsov Y. L. Propedevticheskaja ortodontija. [Propedevtic orthodontics] / Y. L. Obratsov, S. N. Larionov. – SPb: Spetslit, 2007. – 160 p. [in Russian]
6. Vodolatsky V. M. Klinika i kompleksnoe lechenie sochetannyh form anomalii okkljuzii zubnyh rjadov u detej i podrostkov [Clinic and complex treatment of combined forms of dental row occlusion anomalies in children and adolescents]. – Autoabstract of Cand. dissertation / V. M. Vodolatsky. – Stavropol, 2010. – 24 p. [in Russian]

7. Kozlov D. S. Izuchenie rasprostranennosti zubocheljustnyh anomalij i deformacij sredi detej shkol'nogo vozrasta. Monitoring provedennogo ortodonticheskogo lechenija i analiz ego jeffektivnosti [A study of the prevalence of dentoalveolar anomalies and deformities among school-age children. Monitoring of orthodontic treatment and analysis of its effectiveness] / D. S. Kozlov. – Voronezh, 2009. – 24 p. [in Russian]
8. Averyanov S.V. Vlijanie zubocheljustnyh anomalij na uroven' kachestva zhizni [Impact of dentoalveolar anomalies on quality of life] / S.V. Aver'janov, A.V. Zubareva // Ortodontija [Orthodontics]. 2016. Vol. 74, № 2. P. 33–34. [in Russian]
9. Danilova M.A. Kompleksnoe lechenie rastushhih pacientov s sochetannoj formoj distal'noj okkljuzii zubnyh rjadov i vertikal'noj rezcovoj dizokkljuziej [Complex treatment of growing patients with a combined form of distal dental row occlusion and vertical incisal dizocclusion] / M.A. Danilova, M.L. Ponomareva, O.B. Goreva // Stomatologija detskogo vozrasta i profilaktika [Pediatric Dentistry and Prophylaxis]. 2013. № 3 (46). P. 38–42. [in Russian]
10. Zharmagambetova A.G. Lechenie distal'nogo prikusa u detej [Treatment of distal occlusion in children] / A.G. Zharmagambetova, S.T. Tuleutaeva, K.S. Muhtarova et al. // Stomatologija [Dentistry]. 2016. Vol. 95, № 3. P. 49–51. [in Russian]
11. Anikienko A.A. Vlijanie ortodonticheskogo lechenija narost cheljustej pri distal'noj okkljuzii [Effect of orthodontic treatment of jaw outgrowth in distal occlusion] / A.A. Anikienko, L.I. Kamysheva, L.A. Loginova // Ortodont-Info [Orthodont-Info]. 2000. № 1–2. P. 57–60. [in Russian]
12. Ishmurzin P.V. Izmenenie jesteticheskikh parametrov lica u pacientov s transversal'nymi anomalijami okkljuzii [Variation of aesthetic facial parameters in patients with transversal anomalies of occlusion] / P.V. Ishmurzin: abstract of Ph. Candidate of medical sciences. Perm, 2005. 19 p. [in Russian]
13. Danilova M.A. Kompleksnoe lechenie rastushhih pacientov s sochetannoj formoj distal'noj okkljuzii zubnyh rjadov i vertikal'noj rezcovoj dizokkljuziej [Complex treatment of growing patients with a combined form of distal dental row occlusion and vertical incisal dizocclusion] / M.A. Danilova, M.L. Ponomareva, O.B. Goreva // Stomatologija detskogo vozrasta i profilaktika [Pediatric Dentistry and Prevention]. 2013. № 3 (46). P. 38–42. [in Russian]
14. Anokhina A.V. Sovremennye koncepcii lechenija distal'noj okkljuzii u rastushhih pacientov na osnove analiza literatury [Modern concepts of treatment of distal occlusion in growing patients on the basis of literature analysis] / A.V. Anokhina, T.V. Loseva // Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke [Health and education in the XXI century]. 2016. VOL. 18, №3. – P. 18–25. [in Russian]



DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.053>**ДЕПРЕССИВНЫЕ РАССТРОЙСТВА В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА:  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ**

Научная статья

**Логинов И.П.<sup>1</sup>, Савин С.З.<sup>2,\*</sup>, Солодкая Е.В.<sup>3</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-7633-4678;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-3051-0231;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0001-9531-6398;<sup>1,3</sup> Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия;<sup>2</sup> Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

\* Корреспондирующий автор (savin.sergei[at]mail.ru)

**Аннотация**

Высокий уровень суицида среди коренных народов является серьезной проблемой общественного здравоохранения во многих странах, в том числе и в России, где показатели смертности от самоубийств, в том числе среди коренных народов Севера Сибири и Дальнего Востока, во много раз превышают средние значения по Российской Федерации. Это требует тщательного междисциплинарного анализа подобного социально-экономического явления и объяснения его причин. В статье анализируются возможные экономические последствия и социально-демографические деформации, вызванные ростом психической заболеваемости, провоцируемой пандемией коронавируса. Изучаются причины, факторы риска и возможные социально-демографические последствия высокой суицидальности во время пандемии у коренных народов Севера Сибири и Приамурья Дальнего Востока.

**Ключевые слова:** пандемия, депрессивные расстройства (ДР), факторы риска, социально-экономический ущерб, суициды, коренное население, подростки, Приамурье.

**ON THE SOCIOECONOMIC DAMAGE OF DEPRESSIVE DISORDERS  
DURING THE CORONAVIRUS PANDEMIC**

Research article

**Loginov I. P. <sup>1</sup>, Savin S. Z. <sup>2,\*</sup>, Solodkaya E. V. <sup>3</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-7633-4678;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-3051-0231;<sup>3</sup> ORCID: 0000-0001-9531-6398;<sup>1,3</sup> Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia;<sup>2</sup> Pacific National University, Khabarovsk, Russia

\* Corresponding author (savin.sergei[at]mail.ru)

**Abstract**

The high rate of suicide among indigenous peoples is a serious public health problem in many countries, including Russia, where the death rates from suicide, including among the indigenous peoples of the North of Siberia and the Russian Far East, are many times higher than the average rates for the Russian Federation. Such a socio-economic phenomenon requires a thorough interdisciplinary analysis and an explanation of its causes. The article analyzes the possible economic consequences and socio-demographic deformations caused by the increase in mental illness due to the coronavirus pandemic. The authors study the causes, risk factors, and possible socio-demographic consequences of high suicide rates during the pandemic among the indigenous peoples of North Siberia and the Amur region of the Russian Far East.

**Keywords:** pandemic, depressive disorders (DR), risk factors, socio-economic damage, suicides, indigenous population, adolescents, Amur region.

**Введение**

Растущая в эпоху пандемии коронавируса социально-экономическая значимость ущерба от депрессивных расстройств, а также реальные планы успешной борьбы против суицидального поведения являются основными факторами, обуславливающими неослабевающий исследовательский интерес к этой все более актуальной патологии психического здоровья [4], [11], [26]. Проблемы борьбы с ДР в период пандемии вызваны их расширяющейся распространённостью, сложностью превентивной диагностики и, прежде всего, все возрастающим риском самоубийств и связанными с этим экономико-демографическим ущербом и необратимыми потерями населения [2], [23], [28], [32]. В большинстве экономически развитых стран депрессии и до пандемии КОВИД-19 занимали первое-второе места среди причин нездоровья психического характера [21], [25], [29], [33]. При этом ежегодно от самоубийств во всём мире погибало до 1 млн чел. [31]. На сегодняшний день суициды занимают ведущее место в структуре преждевременной смертности населения, поскольку максимум их частоты приходится на молодой, работоспособный и социально активный возраст населения [1], [3], [6]. Негативные последствия пандемии могут быть совершенно разными: безработица, банкротства, банковская задолженность и пр. приводят к росту случаев домашнего насилия, самоубийств, депрессии, алкоголизма и т.д. [11], [15], [18]. Социологи и психологи предвещают тектонические сдвиги, которые произойдут в поведении людей после окончания пандемии [12], [20], [24]. Экономисты считают, что мировой экономике уже никогда не быть прежней, а начавшиеся с Великой рецессии 2008-2009 гг. негативные изменения лишь ускорятся [27], [28], [30]. Восстановление в 2021 г. будет лишь частичным, т.к. согласно прогнозам, уровень экономической активности останется ниже уровня, который прогнозировался на этот год до начала распространения COVID-19 [19], [22], [27]. Совокупные потери мирового ВВП за 2020-2021 гг. от

вызванного пандемией кризиса могут составить до 14,9 трлн. долл. [27], [28]. При неблагоприятном сценарии с несколькими волнами пандемии этот показатель превысит 21,8 трлн. долл. [27]. А страны с формирующейся рыночной экономикой и развивающиеся страны столкнутся с дополнительными трудностями из-за беспрецедентного изменения направления движения капитала ввиду глобального снижения склонности к риску, а также давления на валюту; при этом их системы здравоохранения менее развиты, а бюджетные возможности для оказания поддержки ограничены [1], [2], [27]. Кроме того, ряд стран этот кризис настиг в уязвимом состоянии, со слабым ростом и высоким уровнем задолженности [19], [22], [27], [28]. Станет ли коронафобия и «психическая пандемия» [30] постоянными спутниками большинства населения планеты, либо человечество сравнительно быстро залечит раны и жизнь вернется в прежнее русло, покажут уже ближайшие год-два.

### Цель исследования

Выявить факторы распространенности депрессий и суицидов среди наиболее уязвимых групп населения, проживающих на Дальнем Востоке России, и выяснить причины и факторы риска девиантного и суицидального поведения вследствие депрессивных расстройств в период карантинных мер и самоизоляции по пандемическим причинам.

### Методы и принципы исследования

Проведение системного анализа социально-экономических, демографических показателей и медико-статистической информации в период пандемии по анализу факторов риска психического здоровья населения. В качестве основной концепции методического подхода в данном исследовании использована социокультуральная детерминированность формирования и структуры психопатологических расстройств непсихотических депрессий у подростков с учетом их этнокультуральных особенностей. Для изучения клинических особенностей и факторов риска непсихотических депрессивных расстройств использовались методы: клиничко-анамнестический с использованием анкеты-интервью, клиничко-психопатологический, экспериментально-психологические методы (шкалы тревоги и депрессии Гамильтона (HARS, HAMD-17), многофакторная оценочная шкала SCL-90), статистические методы для подсчета и обработки полученных данных программа «Statistica V.6.0». Критерии включения: установленная связь между содержанием депрессивного расстройства и его клиническими проявлениями с конкретным психотравмирующим фактором острого или пролонгированного характера, связанного с КОВИД-19; депрессивное расстройство непсихотического уровня; соответствие клинической картины расстройства одной из следующих диагностических рубрик (МКБ-10): депрессивный эпизод легкой, средней степени (F32.0, F32.1); дистимия (F34.1); смешанное тревожное и депрессивное расстройство (F41.2); расстройство адаптации (F43.20-22); отсутствие признаков психических заболеваний другой этиологии и обострений хронических соматических заболеваний. Основным инструментом исследования явилась формализованная «Статистическая карта обследования», предназначенная для проведения комплексного изучения депрессивных расстройств у подростков [9,10]. В исследовании приняли участие 50 респондентов в возрасте от 14 до 18 лет ( $16,12 \pm 1,89$ ), из которых 78% – женского пола.

### Основные результаты и обсуждение

Результаты междисциплинарного исследования показали неоднородность клинической симптоматики в зависимости от возрастного периода, так сравнительный клиничко-психопатологический анализ показал преобладание кратковременных 42,0 %,  $p < 0,01$  и пролонгированных депрессивных реакций (24,0 %,  $p < 0,05$ ). С применением бинарной логистической регрессии Logistica оценивалась вероятность того, может быть сформировано ДР или нет у конкретного подростка. Выявлено шесть переменных статистически значимых факторов: родительский прессинг ( $\text{Sig}=0,01$ ), отношение с одноклассниками ( $\text{Sig}=0,041$ ), родителями, ( $\text{Sig}=0,01$ ), употребление алкоголя ( $\text{Sig}=0,043$ ), наследственная отягощенность психическими заболеваниями ( $\text{Sig}=0,044$ ) и преморбидные акцентуации характера ( $\text{Sig}=0,01$ ), оказывающих влияние на формирование депрессивных расстройств. Эти факторы в течение года введенного карантина имели нарастающую динамику. Сравнение с мировой статистикой показало схожие тенденции распространения и развития ДР.

Выявить вклад ДР в социально-экономический ущерб стран и регионов пока можно только экспертными оценками [2], [6], [27]. С учетом того, что никто не знает, когда закончатся пандемия и карантин, а также как это все скажется на мировой и региональной экономике, можно полагать, что психологический дискомфорт людей будет в ближайшее время только расти [4], [21], [28]. Основные факторы пост-ковидного дистресса: боязнь заразиться, опасения за здоровье близких, карантин, безработица, финансовые проблемы, социальная изоляция [7], [20], [33]. COVID-19 и связанный с этим режим самоизоляции проявил ряд психических расстройств населения – тревожность, депрессия, неврозы, склонность к суициду [21], [23], [26], [32]. Наиболее незащищенными в этой ситуации являются дети, пенсионеры, а также люди, страдающие психическими заболеваниями, которые не смогли оперативно получить специализированную помощь в связи с возникшими сложностями плановой госпитализации [5], [20], [28]. Причем риски в разных возрастных когортах диаметрально противоположны: для коронавируса – это пожилое население, начиная с 65 лет [4], [5], а для депрессий – подростки и молодежь до 19 лет [7], [11], [29]. Вычленив демографические потери отдельно от COVID-19, отдельно от депрессий, также пока можно лишь на качественном уровне. Но спрогнозировать потенциально "слабые места" удаленных территорий России в социально-экономическом, медико-демографическом, социально-психологическом, этногеографическом плане вполне возможно уже сейчас.

Экономико-демографический ущерб: общая численность населения России с 1 января по конец октября 2020 года снизилась на 381,8 тыс. чел. или на 0,3%, сообщил Росстат [16]. Естественная убыль населения на фоне пандемии COVID-19 в январе-октябре 2020 г. составила 468 тыс. человек, почти двукратно превышая показатели аналогичного периода 2019 г. (259,6 тыс. человек) [3], [16]. Большинство субъектов России понесли и

существенные бюджетные потери, в частности, финансирование Хабаровского края по сравнению с предыдущим годом уменьшилось до 86,6% [17], а г. Хабаровск из-за коронавируса потерял более млрд руб. [13].

Проведенный динамический анализ социально-экономических характеристик выявил высокий уровень безработицы, критическую численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, низкие среднедушевые доходы и потребительские расходы населения в национальных субъектах Российской Федерации [1], [6], [16]. Установлено, что уровень жизни населения, проживающего в национальных субъектах РФ, значительно ниже, чем в среднем по стране. Показатель безработицы составляет 10,8–12,0% (по РФ – 5,5%); доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума достигает 42,1% (по РФ – 13,4%); среднедушевые доходы населения ниже более чем в два раза. Представители коренных популяций составляют беднейшую часть населения национальных субъектов: показатель безработицы среди них доходит до 36,6 %, а доля семей, живущих за чертой бедности – 78,3% [6], [15]. Именно в национальных субъектах РФ регистрируются высокие показатели смертности от неестественных причин, превышающие общероссийские значения в 2,5 раза, уровень суицида превышает среднее значение по России в 2–2,5 раза [1], [3], [10], [18]. Удручающее ухудшение состояния психического здоровья населения отмечалось накануне пандемии в Приамурье, особенно в районах компактного проживания малых коренных народов, прежде всего, в связи с негативным влиянием на них научно-технического прогресса (пьянство, алкоголизм, преступность, агрессивность) [1], [3], [10]. С начала XXI века каждый второй среди умерших представителей коренной национальности погиб от бытовых травм, убийств и самоубийств, что почти в четыре раза превышает средние показатели по стране [3], [10], [8]. По эпидемиологическим данным, распространенность депрессий в популяции 15-20-летних дальневосточников еще до пандемии составляла от 8 до 20%, что более 50% всей психической заболеваемости подросткового и юношеского возраста, а пик суицидов приходился на возрастную группу от 15 до 25 лет.

Среди коренных народов, проживающих на Крайнем Севере и Приамурье России, на протяжении последних десятилетий регистрируются непропорционально высокие показатели самоубийств [1], [3], [10]. Выявлено, что социально-экономический, медико-демографический и эпидемический кризисы на территориях компактного проживания коренных малочисленных народов Крайнего Севера и Приамурья (КМНС) сопровождается ростом числа психических расстройств, содержащих в своих клинических проявлениях депрессивный симптомокомплекс, являющийся наиболее суицидоопасным [6], [10], [29]. Наибольшая частота суицида наблюдается у подростков и молодежи в возрастном диапазоне 19-29 лет [9], [29], [32]. Выявлено, что у детей коренного населения имеются типологические особенности высшей нервной деятельности, которые заключаются в меньшей подвижности психических процессов и правополушарной доминантности в функционировании ЦНС [14], [18]. Эти факторы лежат в основе сниженной динамической адаптации коренных северных народов и их повышенной уязвимости в отношении социальных дистрессов. В [1], [15], [20] исследованы причины и факторы риска суицидального поведения у коренных народов Сибири и Заполярья. Изучение уровня жизни у подрастающих представителей коренных популяций Восточной Сибири показало роль социально-экономических факторов в формировании агрессивного и аутоагрессивного поведения подростков [1], [9], [10], [15].

Проведенные исследования показали, что депрессивные расстройства у подростков представляет собой гетерогенную группу расстройств, диагностика и терапия которых до сих пор представляет собой сложную клиническую и организационную задачу [3], [9], [29]. От 10 до 20% подростков потенциально испытывают серьезные депрессивные расстройства, однако нередко они остаются нераспознанными. Распространенность подобного рода нарушений на протяжении прожитой жизни составляет 20,4%, а на момент осмотра депрессия была выявлена лишь у 2,9 % подростков. Приведенные показатели свидетельствуют о возрастании частоты депрессивных, в частности, непсихотических, расстройств у подростков в последние десятилетия. Все больший отрыв воспитания и обучения подрастающего поколения КМНС от традиционных форм хозяйствования, рост увеличения случаев внебрачной рождаемости и смешанных браков, прочие этнокультуральные репродуктивные и демографические факторы провоцируют рецидивы суицидального поведения [10], [14], [15].

В целом уровень суицидов в Приамурье превышает все регионы Дальнего Востока, а дополнительный негативный эффект депрессий усугубляется их преимущественным распространением в северных районах, зонах нового промышленного освоения и проживания народностей Севера, где отмечается запаздывание социально-гигиенических мероприятий, относительно низкий уровень инфраструктуры здравоохранения, высокая детская смертность, широко распространены гельминтозы и другие инфекционные заболевания, алкоголизм, провоцирующие ДР [1], [6], [10]. Среди подростков Приамурья еще до пандемии достоверно чаще встречалась форма реагирования на стресс по типу аутоагрессивной (62,0%), что выражалось в переживании ими чувства вины с мыслями о самоуничтожении и самонаказании. При нахождении в конфликтной ситуации они пытались любыми способами выйти из нее, а не вступать в конфликт. Это формировало у них аутоагрессивное поведение, в том числе суицидальное [9], [10], [18]. На втором месте реакций на стресс оказалась экспрессия с выраженной агрессией вовне (10,0%). Эти подростки активно стремились сами изменить субъективно мучительную для себя ситуацию. Суицидоопасное поведение в этих случаях носило преимущественно демонстративно-шантажный характер и развивалось редко. Было выявлено, что этносоциальным фактором риска суицидального поведения у подростков является смена образа жизни, приведшая к трансформации семьи и снижению ее воспитательной функции. Этнокультурным фактором является фрустрация ведущей потребности – аффилиативной, т. е. потребности в отношениях, самой важной для коренного этноса как для представителей культуры коллективистского типа [15], [29]. При наличии прочих дополнительных факторов (грубость или черствость со стороны педагога, отвергаемость школьным коллективом) риск суицидального поведения возрастает и становится реальным [3], [9], [15].

## Заключение

Таким образом, в результате экспертно-аналитического исследования выявлены наиболее уязвимые в период пандемии КОВИД-19 группы населения Приамурья Дальнего Востока России, которые представлены коренным этносом, и особенно подрастающее поколение, склонное к депрессивным нарушениям. Душевное здоровье молодежи резко ухудшилось: подростки пережили тяжелый стресс, нанесенный серьезным ударом по психическому здоровью ряда предшествующих поколений, усугубленному короновирусной инфекцией, что клинически проявляется высоким уровнем психических болезней, алкоголизма, наркомании, смертностью от неестественных причин, прежде всего, суицида. Возможно, особенности клинической структуры ДР и уровень суицидов больше зависят не от степени депрессивности региона, когда его социально-экономическая система испытывает сложности в период пандемии, а от культуральных традиций, общественного сознания по отношению к психическим расстройствам и уровня психиатрической помощи. А клинический тип формы депрессивного поведения зависит от этнокультуральных традиций и общественного сознания общества. Знание причин и факторов риска суицидального поведения необходимы для разработки профилактических мероприятий по предотвращению депрессий и самоубийств в период пандемии. Опыт, накопленный в России и за рубежом, может быть полезен для правильного понимания социальных процессов, происходящих в коренных популяциях на современном этапе развития общества, и поможет выработать стратегию профилактики самоубийств среди коренных народов, проживающих в Приамурье Хабаровского края.

По результатам нашего исследования можно сделать вывод, что особенности клинической структуры депрессий и уровень суицидов зависят не от «депрессивности региона», когда его социально-экономическая система испытывает сложности в развитии, а от этнокультуральных традиций, общественного сознания по отношению к психическим расстройствам и уровня психиатрической помощи в обществе. Стрессоустойчивость подростка является определяющим фактором в формировании суицидального поведения. Большинство подростков в изучаемой группе реагировали на стрессовую ситуацию суицидоопасными формами поведения – аутоагрессивной и аутично-депрессивной. Наиболее суицидоопасен старший возрастной период: при попадании в стрессовые ситуации подростки оказывались неспособными выдержать достаточно длительно эмоциональное напряжение, что формировало у них нарушение адаптации с избегающими тенденциями. Подобное обстоятельство требует организации при общеобразовательных учреждениях службы психологического сопровождения для оказания помощи школьникам, оказавшимся в кризисной ситуации. Временной график работы этой службы должен быть вынесен за рамки учебного процесса и может быть реализован на индивидуальных и групповых тренингах и консультациях. Необходима организация при общеобразовательных учреждениях в местах компактного проживания коренных народов Севере и Приамурья служб психологического сопровождения для оказания помощи школьникам, оказавшимся в кризисной ситуации во время карантина. Временной график работы этой службы должен быть вынесен за рамки учебного процесса и может быть реализован на индивидуальных и групповых тренингах и онлайн консультациях.

## Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00018.

## Funding

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No. 19-013-00018.

## Конфликт интересов

Не указан.

## Conflict of Interest

None declared.

## Список литературы / References

1. Артемьев И. А. Бедность и психические расстройства в регионах Сибири и Дальнего Востока / И. А. Артемьев, Н. А. Бохан, С. В. Владимирова // Социальная и клиническая психиатрия. – 2019. – Т.29. – № 4. – С.68-72.
2. Гутерриш А. Услуги в области психического здоровья — неотъемлемая часть правительственных мер реагирования на COVID-19. Организация Объединенных Наций / А. Гутерриш. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/ru/coronavirus/mental-health-services-are-essential-part-all-government-responses-covid-19>. (дата обращения 26.03.2021).
3. Демчева Н. К. Общая заболеваемость психическими расстройствами в РФ и федеральных округах в 2017–2019 гг. / Н. К. Демчева, А. В. Яздовская // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2021. – №1. – С.1-11.
4. Ениколопов С. Н. Динамика психологических реакций на начальном этапе пандемии COVID-19 / С. Н. Ениколопов, О. М. Бойко, Т. И. Медведева и др. // Журнал Психолого-Педагогические исследования. – 2020. – № 12(2). – С. 108-126.
5. Жмеренецкий К. В. COVID-19: Только научные факты / К. В. Жмеренецкий, Е. Н. Сазонова, Н. В. Воронина и др. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2020. – №1. – С. 5-22.
6. Захаров Н. Б. Модель психосоциальной терапии и реабилитации для региона с низкой бюджетной обеспеченностью / Н. Б. Захаров, А. Г. Соловьев // Социальная и клиническая психиатрия. – 2019. – Т.29. – № 4. – С.35-41
7. Левкова Е. А. Проблемы создания прогностических моделей пандемии короновирусной инфекции COVID19 / Е. А. Левкова, С.З. Савин // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С.31-38.
8. Левкова Е.А. Короновирусная инфекция: мифы и реальность / Е. А. Левкова, С. З. Савин, Р. И. Сепиашвили // Вестник последипломного медицинского образования. – 2020. – №4. – С.29-31.
9. Логинов И. П. Превентивное выявление депрессивных расстройств у подростков / И. П. Логинов, С. З. Савин, Е. В. Солодкая и др. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2019. – № 2. – С. 36-39.

10. Логинов И. П. Мониторинг HYPERLINK "https://elibrary.ru/item.asp?id=29290008" суицидальной ситуации в Приамурье / И. П. Логинов, Е. В. Солодкая // Уровень жизни населения регионов России. – 2017. – № 2(204). – С.101-105.
11. Луковцева З. В. Пандемия COVID-19 как социальный стрессор: факторы психолого-психиатрического риска (по материалам зарубежных исследований) / З. В. Луковцева // Социальная психология и общество. – 2020. – Т. 11. – № 4. – С. 13–25.
12. Мосолов С. Н. Актуальные задачи психиатрической службы в связи с пандемией COVID-19 / С. Н. Мосолов // Современная терапия психических расстройств. – 2020. – № 2. – 7 с. DOI: 10.21265/PSYPH.2020.53.59536.
13. Открытый бюджет города Хабаровск. [Электронный ресурс]. URL: <https://budget.khabarovskadm.ru/Menu/Page/1> (дата обращения 26.03.2021).
14. Семёнова Н. Б. Причины суицидального поведения у коренных народов Сибири: Социально-экономические факторы риска / Н. Б. Семёнова // Суицидология. – 2018. – Т. 9. – № 3(32). – С. 30-40.
15. Семёнова Н. Б. Распространенность и факторы риска самоубийств среди коренных народов: обзор зарубежной литературы / Н. Б. Семёнова // Суицидология. – 2017. – Т.8. – №1(26). – С. 17-34.
16. Социально-экономическое положение России. январь-ноябрь 2020 г. М.: Федеральная служба государственной статистики. – 2021. – 396 с.
17. Социально-экономическое положение Хабаровского края. 2020 год. Хабаровск: Хабаровскстат. – 2020. – 44 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://habstat.gks.ru>. (дата обращения 26.03.2021).
18. Сыроквашина К. В. Факторы риска формирования суицидального поведения у детей и подростков (по результатам анализа региональных посмертных судебных экспертиз) / К. В. Сыроквашина, Д. С. Ошевский, В. Д. Бадмаева и др. // Психология и право. – 2019. – Т. 9. – № 1. – С. 71-84.
19. Цели в области устойчивого развития. Сайт ООН. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru>. (дата обращения 26.03.2021).
20. Barber S. J. Severe mental illness and risks from COVID-19. 2020 / S. J. Barber, L. Reed, N. Syam et al. [Electronic resource]. URL: <https://www.cebm.net/covid-19/severe-mental-illness-and-risks-from-covid-19/>. (accessed 26.03.2021).
21. Giattino C. Excess Mortality During the Coronavirus Pandemic (COVID-19) / C. Giattino, H. Ritchie, M. Roser, et al. // Our World in 2020. [Electronic resource]. URL: <https://ourworldindata.org/excess-mortality-covid>. (accessed 26.03.2021).
22. Hale T. Oxford COVID-19 Government Response Tracker / T. Hale, S. Webster. A. Petherick et al. // Blavatnik School of Government. University of Oxford. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/coronavirus-government-response-tracker#data>. (accessed 26.03.2021).
23. Henssler J. Mental health effects of infection containment strategies: quarantine and isolation — a systematic review and meta-analysis / J. Henssler, F. Stock, J. van Bohemen, et al. // Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci (2020). [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1007/s00406-020-01196-x>. (accessed 26.03.2021).
24. Nye J. Mood Disorders Affect Ability to Adapt to Changes Due to COVID-19. – 2020 / J. Nye. [Electronic resource]. URL: <https://www.psychiatryadvisor.com/home/topics/mood-disorders/mood-disorders-affect-ability-to-adapt-to-changes-due-to-covid-19/>. (accessed 26.03.2021).
25. Qiu J. A nationwide survey of psychological distress among Chinese people in the COVID-19 epidemic: implications and policy recommendations / J. Qiu, B. Shen, M. Zhao, et al. // General Psychiatry. – 2020 — № 33(2). – e100213. DOI:10.1136/gpsych-2020-100213.
26. Shinn A.K. Perspectives on the COVID-19 Pandemic and Individuals With Serious Mental Illness / A. K. Shinn, M. Viron // J Clin Psychiatry. – 2020. – № 81(3). – 20com13412. DOI: 10.4088/JCP.20com13412.
27. The IMF and COVID-19 (Coronavirus). [Electronic resource]. URL: <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19>. (accessed 26.03.2021).
28. The Inequality Virus. Bringing together a world torn apart by coronavirus through a fair, just and sustainable economy. Published by Oxfam GB for Oxfam International. Oxfam GB, Oxfam House, John Smith Drive, Cowley, Oxford, OX4 2JY, UK. DOI: 10.21201/2021.6409.
29. The Lancet Child Adolescent Health. Suicide in Indigenous youth: an unmitigated crisis. Abstracts Lancet Child Adolesc. Health. – 2019. – № 3(3). – P. 129. DOI: 10.1016/S2352-4642(19)30034-3.
30. Viglione G. How Many People Has the Coronavirus Killed? / G. Viglione // Nature. – 2020. – №585. – P. 22–24. [Electronic resource]. URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-02497-w>. (accessed 26.03.2021).
31. WHO Mortality Database. World Health Organisation Mortality Database. World Health Organization. [Electronic resource]. URL: [https://www.who.int/healthinfo/mortality\\_data](https://www.who.int/healthinfo/mortality_data). (accessed 26.03.2021).
32. Yao H. Patients with mental health disorders in the COVID-19 epidemic / H. Yao, J-H. Chen, Y-F Xu // Lancet Psychiatry. – 2020. – № 7(4). – e21.
33. Xiang Y-T. The COVID-19 outbreak and psychiatric hospitals in China: managing challenges through mental health service reform / Y-T. Xiang, Y-J. Zhao, Z-H. Liu et al. // Int J Biol Sci. – 2020. – №16 (10). – P. 1741–4.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Artem'yev I.A. Bednost' i psikhicheskiye rasstroystva v regionakh Sibiri i Dal'nego Vostoka [Poverty and mental disorders in the regions of Siberia and the Far East] / I.A. Artem'yev, N.A. Bokhan, S.V. Vladimirova // Sotsial'naya i klinicheskaya psixhiatriya [Social and Clinical Psychiatry]. – 2019. – Vol.29. – № 4. – P.68-72. [in Russian].
2. Guterrish A. Usługi w oblasti psikhicheskogo zdorov'ya — neot'yemlemaya chast' pravitel'stvennykh mer reagirovaniya na COVID-19. Organizatsiya Ob'yedinennykh Natsiy [Mental health services are an integral part of the government's response to COVID-19. United Nations] / A. Guterrish [Electronic resource]. URL: <https://www.un.org/ru/coronavirus/mental-health-services-are-essential-part-all-government-responses-covid-19>. (accessed: 03/26/2021). [in Russian].
3. Demcheva N. K., Yazdovskaya A.V. Obshchaya zabolevayemost' psikhicheskimi rasstroystvami v RF i federal'nykh okrugakh v 2017–2019 gg. [The overall incidence of mental disorders in the Russian Federation and federal districts in 2017–



2019]. / N. K. Demcheva, A.V. YAzdovskaya // Vestnik nevrologii, psikiatrii i neyrokhirurgii [Bulletin of neurology, psychiatry and neurosurgery]. – 2021. – №1. – P.1-11. [in Russian].

4. Yenikolopov S. N. Dinamika psikhologicheskikh reaktsiy na nachal'nom etape pandemii COVID [Dynamics of psychological reactions at the initial stage of the COVID-19 pandemic] / S. N. Yenikolopov, O. M. Boyko, T. I. Medvedeva, et al. // Zhurnal Psikhologo-Pedagogicheskoye issledovaniya. [Journal of Psychological and Pedagogical Research]. – 2020. – V. 12(2). – №8. – P. 108-126. [in Russian].

5. Zhmerenetskiy K.V. COVID-19: Tol'ko nauchnyye fakty COVID-19: [Scientific facts only] / K.V. Zhmerenetskiy, Ye.N. Sazonova, N.V. Voronina, et al. // Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal [Far Eastern Medical Journal] – 2020. – №1. – P. 5-22. [in Russian]

6. Zakharov N.B. Model' psikhosotsial'noy terapii i rehabilitatsii dlya regiona s nizkoy byudzhetoyn obespechennost'yu [Model of psychosocial therapy and rehabilitation for a region with low budgetary security] / N.B. Zakharov, A.G. Solov'yev // Sotsial'naya i klinicheskaya psikiatriya [Social and Clinical Psychiatry]. – 2019. – Vol.29. – № 4. – P.35-41. [in Russian].

7. Levkova E. A. Problemy sozdaniya prognosticheskikh modeley pandemii koronavirusnoy infektsii COVID19 [Problems of creating predictive models of the COVID19 coronavirus infection pandemic] / E. A. Levkova, S. Z. Savin // Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Meditsina [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Medicine]. – 2021. – Vol. 25. – № 1. – P. 31-38. [in Russian].

8. Levkova E. A. Koronavirusnaya infektsiya: mify i real'nost' [Coronavirus infection: myths and reality] / E. A. Levkova, S. Z. Savin, R. I. Sepiashvili // Vestnik poslediplomnogo meditsinskogo obrazovaniya [Bulletin of Postgraduate Medical Education] – 2020. – №4. – P. 29-31. [in Russian].

9. Loginov I. P. Preventivnoye vyyavleniye depressivnykh rasstroystv u podrostkov [Preventive detection of depressive disorders in adolescents] / I. P. Loginov, S. Z. Savin, E. V. Solodkaya, et al. // Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal [Far Eastern Medical Journal] – 2019. – № 2. – P. 36-39. [in Russian].

10. Loginov I. P. Monitoring suitsidal'noy situatsii v Priamur'ye [Monitoring of the suicidal situation in the Amur] / I. P. Loginov, E. V. Solodkaya // Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii [Living Standards and Quality of Life]. – 2017. – № 2(204). – P.101-105. [in Russian].

11. Lukovtseva Z. V. Pandemiya COVID-19 kak sotsial'nyy stressor: faktory psikhologo-psikiatricheskogo riska (po materialam zarubezhnykh issledovaniy) [The COVID-19 pandemic as a social stressor: psychological and psychiatric risk factors (based on materials from foreign studies)] / Z. V. Lukovtseva // Sotsial'naya psikhologiya i obshchestvo. [Social psychology and society]. – 2020. – Vol. 11. – № 4. – P. 13–25. [in Russian]

12. Mosolov S. N. Aktual'nyye zadachi psikiatricheskoy sluzhby v svyazi s pandemiyei COVID-19 [Urgent tasks of the mental health service in connection with the COVID-19 pandemic] / S. N. Mosolov // Sovremennaya terapiya psikhicheskikh rasstroystv [Modern therapy of mental disorders]. – 2020. – № 2. – 7 P. DOI: 10.21265/PSYPH.2020.53.59536. [in Russian]

13. Otkrytyy byudzhetskiy gorod Khabarovsk. [Open budget of the city of Khabarovsk]. [Electronic resource]. URL: <https://budget.khabarovskadm.ru/Menu/Page/1> (accessed: 03/26/2021). [in Russian].

14. Semonova N.B. Prichiny suitsidal'nogo povedeniya u korennykh narodov Sibiri: Sotsial'no-ekonomicheskiye faktory riska [Causes of suicidal behavior among the indigenous peoples of Siberia: Socio-economic risk factors] / N. B. Semonova // Suitsidologiya [Suicidology]. – 2018. – Vol. 9. – № 3(32). – P. 30-40. [in Russian].

15. Semonova N. B. Rasprostranennost' i faktory riska samoubiystv sredi korennykh narodov: obzor zarubezhnoy literatury [Prevalence and risk factors of suicide among indigenous peoples: a review of foreign literature] / N. B. Semonova // Suitsidologiya [Suicidology]. – 2017. – Vol.8. – №1(26). – P. 17-34. [in Russian].

16. Sotsial'no-ekonomicheskoye polozheniye Rossii. yanvar'-noyabr' 2020 g. [Socio-economic situation in Russia January-November 2020]. M.: Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. [Federal State Statistics Service]. – 2021. – 396 p. [in Russian].

17. Sotsial'no-ekonomicheskoye polozheniye Khabarovskogo kraya. 2020 god. [Social and economic situation of the Khabarovsk Territory. 2020 year]. Khabarovsk: Khabarovskstat. 2020. – 44 p. [Electronic resource]. URL: <http://habstat.gks.ru> (accessed: 03/26/2021). [in Russian].

18. Syrokvashina K.V. Faktory riska formirovaniya suitsidal'nogo povedeniya u detey i podrostkov (po rezul'tatam analiza regional'nykh posmertnykh sudebnykh ekspertiz) [Risk factors for the formation of suicidal behavior in children and adolescents (based on the analysis of regional posthumous forensic examinations)] / K.V. Syrokvashina, D.S. Oshevskiy, V.D. Badmayeva, et al. // Psikhologiya i pravo [Psychology and Law]. – 2019. – Vol. 9. – № 1. – P. 71-84. [in Russian].

19. Tseli v oblasti ustoychivogo razvitiya. Sayt OON. [Sustainable Development Goals. UN website]. [Electronic resource]. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru> (accessed: 03/26/2021). [in Russian].

20. Barber S. J. Severe mental illness and risks from COVID-19. 2020 / S. J. Barber, L. Reed, N. Syam et al. [Electronic resource]. URL: <https://www.cebm.net/covid-19/severe-mental-illness-and-risks-from-covid-19/>. (accessed 26.03.2021).

21. Giattino C. Excess Mortality During the Coronavirus Pandemic (COVID-19) / C. Giattino, H. Ritchie, M. Roser, et al. // Our World in 2020. [Electronic resource]. URL: <https://ourworldindata.org/excess-mortality-covid>. (accessed 26.03.2021).

22. Hale T. Oxford COVID-19 Government Response Tracker / T. Hale, S. Webster. A. Petherick et al. // Blavatnik School of Government. University of Oxford. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/coronavirus-government-response-tracker#data>. (accessed 26.03.2021).

23. Henssler J. Mental health effects of infection containment strategies: quarantine and isolation — a systematic review and meta-analysis / J. Henssler, F. Stock, J. van Bohemen, et al. // Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci (2020). [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1007/s00406-020-01196-x>. (accessed 26.03.2021).

24. Nye J. Mood Disorders Affect Ability to Adapt to Changes Due to COVID-19. – 2020 / J. Nye. [Electronic resource]. URL: <https://www.psychiatryadvisor.com/home/topics/mood-disorders/mood-disorders-affect-ability-to-adapt-to-changes-due-to-covid-19/>. (accessed 26.03.2021).

25. Qiu J. A nationwide survey of psychological distress among Chinese people in the COVID-19 epidemic: implications and policy recommendations / J. Qiu, B. Shen, M. Zhao, et al. // *General Psychiatry*. – 2020 — № 33(2). – e100213. DOI:10.1136/gpsych-2020-100213.
26. Shinn A.K. Perspectives on the COVID-19 Pandemic and Individuals With Serious Mental Illness / A. K. Shinn, M. Viron // *J Clin Psychiatry*. – 2020. – № 81(3). – 20com13412. DOI: 10.4088/JCP.20com13412.
27. The IMF and COVID-19 (Coronavirus). [Electronic resource]. URL: <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19>. (accessed 26.03.2021).
28. The Inequality Virus. Bringing together a world torn apart by coronavirus through a fair, just and sustainable economy. Published by Oxfam GB for Oxfam International. Oxfam GB, Oxfam House, John Smith Drive, Cowley, Oxford, OX4 2JY, UK. DOI: 10.21201/2021.6409.
29. The Lancet Child Adolescent Health. Suicide in Indigenous youth: an unmitigated crisis. Abstracts Lancet Child Adolesc. Health. – 2019. – № 3(3). – P. 129. DOI: 10.1016/S2352-4642(19)30034-3.
30. Viglione G. How Many People Has the Coronavirus Killed? / G. Viglione // *Nature*. – 2020. – №585. – P. 22–24. [Electronic resource]. URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-02497-w>. (accessed 26.03.2021).
31. WHO Mortality Database. World Health Organisation Mortality Database. World Health Organization. [Electronic resource]. URL: [https://www.who.int › healthinfo › mortality\\_data](https://www.who.int › healthinfo › mortality_data). (accessed 26.03.2021).
32. Yao H. Patients with mental health disorders in the COVID-19 epidemic / H. Yao, J-H. Chen, Y-F Xu // *Lancet Psychiatry*. – 2020. – № 7(4). – e21.
33. Xiang Y-T. The COVID-19 outbreak and psychiatric hospitals in China: managing challenges through mental health service reform / Y-T. Xiang, Y-J. Zhao, Z-H. Liu et al. // *Int J Biol Sci*. – 2020. – №16 (10). – P. 1741–4.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.054>

# АНАЛИЗ УРОВНЯ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ О НЕОБХОДИМЫХ МЕРАХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ СРЕДИ ПАЦИЕНТОВ, ПРИНИМАЮЩИХ АНТИКОАГУЛЯНТНУЮ ТЕРАПИЮ НА ФОНЕ НАРУШЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Научная статья

Ломакина М.В.\*

ORCID: 0000-0003-4354-6129,

Первый Московский Государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

\* Корреспондирующий автор (marusialomakina[at]yandex.ru)

## Аннотация

На сегодняшний день одной из частых категорий пациентов в кабинете у стоматолога являются люди с болезнями системы кровообращения (БСК). С учетом специфики этой группы заболеваний большинство пациентов придерживаются комплексной фармакологической терапии, в которую, как правило, входят антикоагулянты. Большинство пациентов, включенных в текущее исследование, имели коморбидные патологии, которые отражаются на состоянии полости рта и усложняют ведение таких пациентов. Вместе с тем многими авторами выявлена положительная корреляция между заболеваниями полости рта (пародонтит, гингивит, потеря зубов) и артериальной гипертензией. Воспаление в полости рта приводит к эндотелиальной дисфункции и нарушениям микроциркуляции, что играет роль в развитии гипертонии. В свою очередь, артериальная гипертония ассоциирована с нарушениями ритма. На сегодняшний день существует много доказательств того, что микроциркуляторный кровоток является основной детерминантой неблагоприятного локального исхода при нарушениях кровотока. Пилотные исследования большинства авторов свидетельствуют о потенциальной эффективности терапии антикоагулянтами в аспекте микроциркуляторных нарушений. Вместе с тем, основной рекомендацией для ведения таких пациентов является правильная и полноценная информированность о мерах профилактики и подходах к уходу за зубами в домашних условиях.

**Ключевые слова:** профилактика стоматологических заболеваний, антикоагулянтная терапия, нарушение сердечного ритма.

## AN ANALYSIS OF THE AWARENESS OF THE NECESSARY MEASURES OF PREVENTIVE DENTAL CARE AMONG ANTICOAGULANT THERAPY PATIENTS AGAINST THE BACKGROUND OF CARDIAC ARRHYTHMIA

Research article

Lomakina M.V.\*

ORCID: 0000-0003-4354-6129,

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

\* Corresponding author (marusialomakina[at]yandex.ru)

## Abstract

Today, one of the most frequent categories of patients that seek dental treatment are people with diseases of the circulatory system. Taking into account the specifics of this group of diseases, most patients adhere to complex pharmacological therapy, which often includes anticoagulants. Most of the patients included in this study had comorbid pathologies that affect the condition of the oral cavity and complicate the management of such patients. Many authors have identified a positive correlation between oral diseases (periodontitis, gingivitis, tooth loss) and arterial hypertension. Inflammation in the oral cavity leads to endothelial dysfunction and microcirculation disorders, which play a role in the development of hypertension. In turn, arterial hypertension is associated with cardiac rhythm disorder. At the present, there is much evidence that microcirculatory blood flow is the main determinant of an unfavorable local outcome in blood flow disorders. Most pilot studies indicate the potential effectiveness of anticoagulant therapy in the aspect of microcirculatory disorders, while the main recommendation for the management of such patients is the correct and full awareness of preventive measures and approaches to dental care at home.

**Keywords:** prevention of dental diseases, anticoagulation therapy, cardiac arrhythmia.

## Введение

Во многих странах мира сейчас уделяют особое внимание вопросам профилактики стоматологических заболеваний у разных категорий лиц. В Европе существует «концепция здоровой школы» и «концепция школы, способствующей укреплению здоровья», которые разработаны с целью расширения возможностей для укрепления здоровья полости рта. В рамках этой программы внедрена стратегия по укреплению здоровья полости рта в школах [1], [2]. В Индии, как и в других странах, тоже проводят широкую просветительскую кампанию относительно превентивных мер в стоматологии [4]. При разработке таких мероприятий важно учитывать конъюнктуру общества и историко-социальное наследие [3]. На сегодняшний день в России люди в возрастном интервале от 45 до 75 лет имеют слабое представление о всех возможностях современной стоматологической профилактики в домашних условиях, что несомненно ведет к развитию или осложнению текущих стоматологических заболеваний. В последнее десятилетие наблюдается рост исследований, оценивающих эффективность различных методов обучения гигиене полости рта (ОНЕ) и их различных комбинаций в улучшении состояния здоровья полости рта. Оценка состояния здоровья полости рта включает как объективные, так и субъективные параметры. Kau и Locker в своем систематическом обзоре пришли к выводу, что качество доказательств, касающихся эффективности стоматологического просвещения, является низким [6]. Однако систематический обзор Gambhir et al. оценили эффективность стоматологического просвещения в Индии и



сочли его эффективным независимо от периодов их последующего наблюдения [5].

Важно отметить, что уровень грамотности населения в вопросах стоматологической профилактики и ухода имеет решающее значение для вопросов лечения стоматологических заболеваний и напрямую коррелирует с тяжестью состояний [7]. Понимание того, какой уровень осведомленности у населения о мерах и способах стоматологического ухода позволяет разрабатывать адресные программы для пациентов исследуемой группы.

### Методы и принципы исследования

В рамках научной работы проведено проспективное исследование уровня осведомленности о мерах профилактики стоматологических заболеваний пациентов, получающих антикоагулянтную терапию на фоне нарушения сердечного ритма. В исследовании приняло участие 100 человек, в возрасте от 35 до 75 лет, которое проводилось на базе Института стоматологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Для проведения опроса респондентам (N=100) предложена анкета, включающая 37 вопросов, в которой отражены вопросы, выявляющие особенности гигиенического ухода за полостью рта у данной категории пациентов. По результатам анкетирования осуществлена оценка уровня стоматологической осведомленности.

Участники исследования отвечали на вопросы о состоянии здоровья, вредных привычках, характере питания и образе жизни, о знаниях об индивидуальной гигиене рта, применении основных и дополнительных средств гигиены, частоте и причинах обращения к стоматологу.

Критерии включения в исследование:

1. Наличие письменного информированного согласия пациента на участие в исследовании;
2. Возраст более 18 лет;
3. Наличие нарушения сердечного ритма, подтвержденное диагнозом в амбулаторной карте пациента;
4. Наличие назначенной специалистом антикоагулянтной терапии.

Критерии исключения из исследования:

1. Возраст менее 18 лет
2. Отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании;
3. Отсутствие нарушения сердечного ритма, подтвержденного диагнозом в амбулаторной карте пациента;
4. Отсутствие назначенной специалистом антикоагулянтной терапии.

### Основные результаты

При анализе ответов респондентов выявлено, что распределение пациентов по полу следующее: доля женщин составила 57% и преобладала над долей мужчин, которая составила 43%. Возраст большинства пациентов, участвующих в опросе, находился в интервале 56 – 65 лет, что составило 41%. Наименьшее количество респондентов (10%) находилось в возрастном интервале от 35 до 45 лет (табл.№1).

Таблица 1 – Распределение респондентов в зависимости от возрастного интервала

Возрастной интервал, лет	Удельный вес, %
35 - 45	10
46 – 55	21
56 – 65	41
66 – 75	28

У части опрошенных пациентов работа связана с неблагоприятными для здоровья факторами трудовой деятельности (рис.1). Данный аспект оценивался со слов респондентов. В процессе проведения анкетирования пациентам было разъяснено, что неблагоприятными факторами условия труда, могут считаться только те, которые официально закреплены в трудовых договорах с работодателем. Вместе с тем все пациенты, которые ответили, что имеют неблагоприятные факторы условия труда, сообщили, что состоят на учёте у профпатолога.

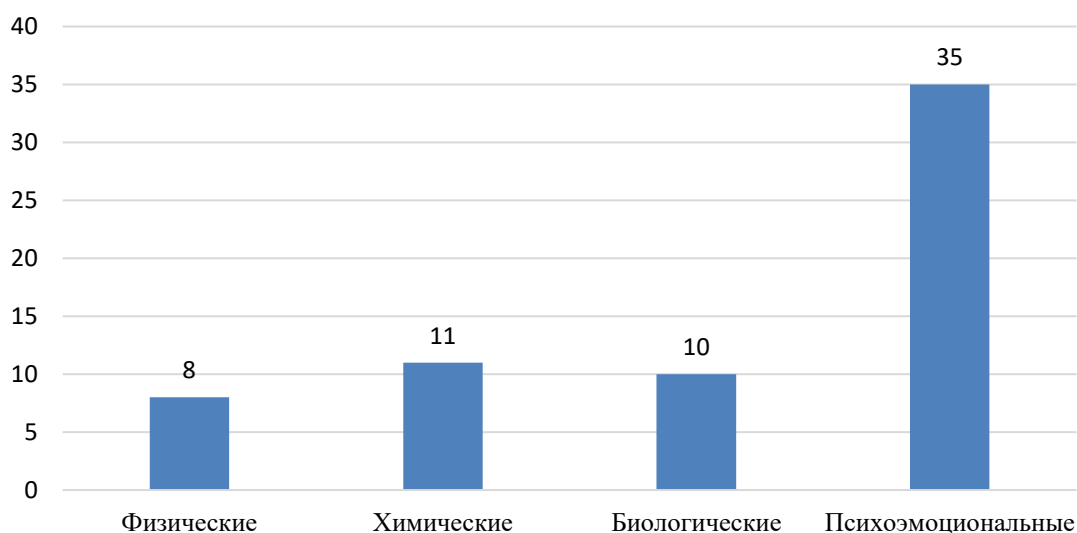


Рис. 1 – Частота встречаемости профессиональных вредностей на производстве среди респондентов.

Учёт профессионального статуса пациента играет важную роль при разработке лечебных и профилактических мероприятий в кабинете стоматолога. Некоторые физические и (или) химические факторы при постоянном воздействии даже в минимальном количестве могут оказать существенное негативное влияние на состояние полости рта.

Более половины респондентов имеют низкую и удовлетворительную оценку состояния здоровья своих зубов.

Для дифференцированного подхода к изучению контингента лиц, установлено, что 67% пациентов беспокоят воспалительные заболевания полости рта, 70% респондентов отмечают кровоточивость десен и 67% страдают бруксизмом.

Стоит отметить, что пациенты с нарушением сердечного ритма и принимающие антикоагулянтную терапию требуют особого внимания не только со стороны подбора стоматологического подхода в лечении и профилактики, но и учета соматических сопутствующих патологий [8].

Анализ ответов респондентов позволил выявить частоту сопутствующей патологии (рис. 2). На первом месте — заболевания дыхательной системы (ДС) – 61,5%, далее болезни опорно-двигательного аппарата (ОПДА) – 53%. Вместе с тем у всех пациентов в анамнезе присутствовало нарушение сердечного ритма, что являлось критерием включения в исследование. Среди сопутствующих патологий по данным анамнеза респондентами отмечено: болезни аллергической этиологии, эндокринные заболевания и болезни мочеполовой системы.

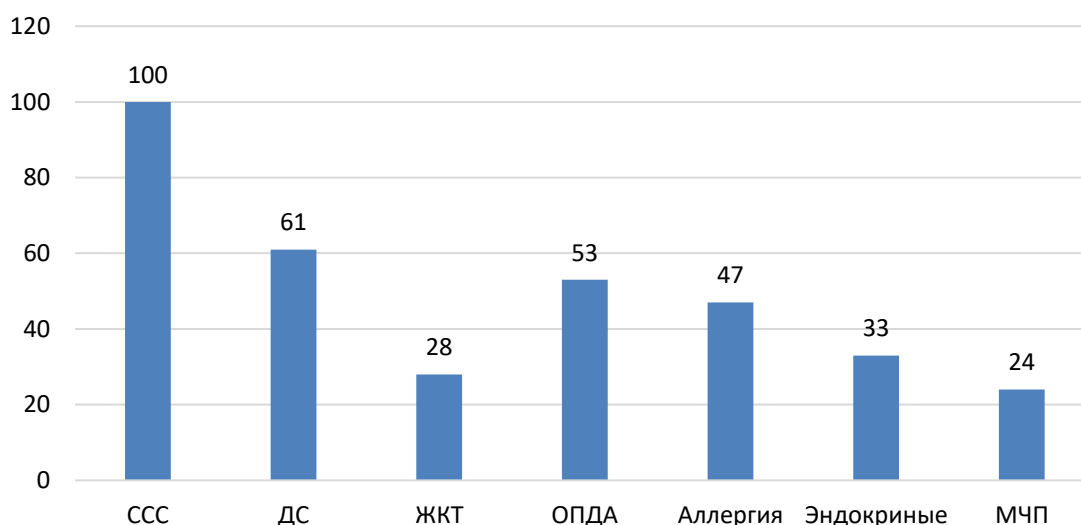


Рис. 2 – Частота встречаемости соматических патологий среди респондентов, получающих стоматологическую помощь

Наличие сопутствующих патологий часто может усложнить процесс ухода за полостью рта. Как показывают исследования, например, нарушения дыхательной системы или психологического здоровья часто являются причиной отсутствия мероприятий по профилактики стоматологических заболеваний [10], [11].

Результаты, проведенной оценки образа жизни респондентов продемонстрировали наличие вредных привычек, таких как курение (71%), употребление алкоголя (40%), употребление психоактивных веществ (23%). Вместе с тем одним из аспектов здорового образа жизни и сопряженного с ним здоровья полости рта является правильное питание. При анализе ответов пациентов, выявлено, что всего 6% регулярно питаются. Важно отметить, что 31% считает, что их питание является сбалансированным и полноценным не смотря на их нерегулярность и частое употребление сладкой и углеводной пищи в рационе, которую большая часть респондентов (57%) привыкла употреблять в качестве перекуса в течение дня.

Согласно современным рекомендациям о мерах профилактики стоматологических заболеваний частота посещения стоматолога с профилактической целью должна быть не менее 1 раза в год, однако, 80% респондентов отметили, что посещают стоматолога, только когда возникает острая необходимость и лишь 7% соблюдают рекомендации по профилактическим стоматологическим осмотрам. Большинство пациентов демонстрируют такое отношение так как связывают с наследственными факторами усугубление патологий органов и тканей рта (50%), остальные склонны считать, что состояние полости рта зависит от характера питания и частоты чисти зубов.

При опросе респондентов учитывались аспекты их ежедневной гигиены полости рта. Результаты продемонстрировали, что 44% меняют зубную щётку реже, чем раз в полгода, 56% чистят зубы один раз в день и реже. Важно отметить, что среди респондентов нашлись пациенты, которые вообще не занимаются гигиеной полости рта (3%). В вопросах гигиены полости рта уделялось внимание процессу чистки зубов, результаты опроса продемонстрировали, что среди тех, кто чистит зубы, 78% респондентов чистят зубы менее 1 минуты и не придают значения движениям, которые совершаются в процессе чистки.

Дополнительные средства гигиены полости рта являются неотъемлемой частью здоровья зубов. Среди респондентов только 10% пользуются дополнительными средствами гигиены полости рта. Основную долю среди тех, кто пользуется дополнительными средствами занимают зубочистки (81%) и лишь 15% респондентов пользуются ополаскивателем. Данный аспект является существенным, так как вопросы профилактики во многом могут предотвратить развитие более тяжелых стоматологических заболеваний.

Вместе с тем важно понимать какие сегодня существуют каналы, по которым пациенты могут получать информацию о способах и принципах стоматологической профилактики. Результаты анализа продемонстрировали, что 40% респондентов никто не обучал гигиене полости рта и лишь 10% получали ранее рекомендации относительно мер по гигиене полости рта.

Таким образом, результаты опроса пациентов с нарушением сердечного ритма и принимающие антикоагулянтную терапию имеют воспалительные заболевания полости рта, кровоточивость десен и низкую информированность о мерах профилактики и гигиене полости рта.

### Обсуждение

При анализе уровня осведомленности о мерах профилактики стоматологических заболеваний выявлено, что у пациентов с нарушением сердечного ритма низкий уровень грамотности в вопросах гигиены полости рта. Анализ демонстрирует необходимость проведения как первичной, так и вторичной профилактики, и формирования представлений об общих факторах, оказывающие влияние на низкие оценки пациентов.

Важно отметить, что среди пациентов с нарушением сердечного ритма, принимавших участие в опросе, у всех присутствует коморбидная патология, которую необходимо учитывать не только в процессе лечения пациента, но и при разработке рекомендаций для профилактики стоматологических заболеваний. Стоит отметить, что образ жизни пациента играет основную роль при развитии стоматологических заболеваний и у большинства респондентов наблюдались некоторые признаки, которые позволяют сделать вывод, что они не придерживаются здорового образа жизни.

Помимо постоянного наблюдения врачом-стоматологом важна самостоятельная гигиена полости рта. Ежедневная чистка зубов и полоскание ротовой полости снижают симптомы заболевания и предотвращают прогрессирование поражения.

Врач-стоматолог является основным источником о заболеваниях полости рта и способах их профилактики. Как продемонстрировало исследование, сами пациенты не ищут адресных программ профилактики и подобные рекомендации должен давать врач-стоматолог на своём приеме, которые должны сводиться не только к рекомендации по коррекции поражений слизистой оболочки и зубов, но и освещать аспекты здорового образа жизни и их влияния на стоматологический статус пациента.

### Заключение

Проведенное анкетирование продемонстрировало, что у пациентов с нарушением сердечного ритма, принимающих антикоагулянты низкий уровень осведомленности о мерах профилактики стоматологических заболеваний. Как правило, пациенты не проводят регулярную комплексную гигиену полости рта и не используют дополнительные средства гигиены и в большинстве случаев не знают об их существовании. Стоит отметить, что респонденты отмечали, что не получали подробного инструктажа об образе жизни и мерах профилактики и способах ухода за полостью рта от своих лечащих врачей ранее. Таким образом, результаты анкетирования позволяют сделать вывод о необходимости разработки протокола ведения стоматологического пациента с нарушением ритма сердца, включающий аспекты не только течения стоматологического заболевания и его профилактики, но и аспекты образа жизни и его взаимосвязи с состоянием полости рта.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Young I. The Healthy School / I. Young, T. Williams. Edinburgh: Scottish Health Education Group; 1989.
2. McDonald H. European schools in a changing environment: Health promotion opportunities not to be lost / H. McDonald, E. Ziglio // In: Chu C, Simpson R, editors. Ecological Public Health: From Vision to Practice. Brisbane: Griffith University; 1994.
3. Petersen P.E. Challenges to improvement of oral health in the 21st century – The approach of the WHO global oral health programme / P.E. Petersen // Int Dent J 2004;54:329-43.
4. Geetha Priya P.R. Health camps in schools and content analysis of the school textbooks: A cross-sectional study in Tamil Nadu / P.R. Geetha Priya, S. Asokan, D. Kandaswamy et al. // J Indian Soc Pedod Prev Dent 2016;34:223-6
5. Gambhir R.S. Impact of school based oral health education programmes in India: A systematic review / R.S. Gambhir, R.K. Sohi, T. Nanda et al. // J Clin Diagn Res 2013;7:3107-10.
6. Kay E.J. Is dental health education effective? A systematic review of current evidence / Kay EJ, Locker D. // Community Dent Oral Epidemiol 1996;24:231-5.
7. Petersen P.E. Promoting Oral Health and Quality of Life of Older People - The Need for Public Health Action / P.E. Petersen, H. Ogawa // Oral Health Prev Dent. 2018;16(2):113-124. DOI: 10.3290/j.ohpd.a40309. PMID: 29736489.
8. Nihtilä A. Preventive oral health intervention among old home care clients / A. Nihtilä, E. Tuuliainen, K. Komulainen et al. // Age Ageing. 2017 Sep 1;46(5):846-851. DOI: 10.1093/ageing/afx020. PMID: 28200017.
9. Eslamipour F. Access to dental care among 15-64 year old people / F. Eslamipour, K. Heydari, M. Ghaïour et al. // J Educ Health Promot. 2018 Apr 3;7:46. DOI: 10.4103/jehp.jehp\_99\_17. PMID: 29693027; PMCID: PMC5903154.
10. Watanabe Y. Oral health for achieving longevity / Y. Watanabe, K. Okada, M. Kondo, et al. // Geriatr Gerontol Int. 2020 Jun;20(6):526-538. DOI: 10.1111/ggi.13921. Epub 2020 Apr 19. PMID: 32307825.
11. Paredes F.S. Coping Strategies for Oral Health Problems by People with Schizophrenia / F.S. Paredes, N. Rude, S. Moussa-Badran et al. // Transl Neurosci. 2019 Aug 7;10:187-194. DOI: 10.1515/tnsci-2019-0033. PMID: 31410302; PMCID: PMC6689214.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.055>**ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ СИНДРОМА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ**

Научная статья

**Магомедов М.М.<sup>1,\*</sup>, Хамидов М.А.<sup>2</sup>, Магомедов Х.М.<sup>3</sup>**

Дагестанский государственный медицинский университет Минздравсоцразвития России, Махачкала, Россия

\* Корреспондирующий автор (muxuma[at]mail.ru)

**Аннотация**

В работе проанализированы результаты диагностики и лечения 146 пациентов с синдромом механической желтухи доброкачественного генеза, находящихся на лечении в ЦЭСМП г. Махачкала с 2014 по 2017 годы. В зависимости от уровня билирубина как интегрального показателя (длительности механической желтухи) пациенты были распределены на три группы. В комплексной диагностике функционального состояния печени у всех 146 пациентов использовали УЗИ, МСКТ, МРТ, а также газожидкостную хроматографию и спектрометрию. Основное внимание было уделено использованию малоинвазивных методов декомпрессии билиарной системы в лечении пациентов с синдромом механической желтухи. Несмотря на устранение желчной гипертензии у пациентов 3 группы в послеоперационном периоде отмечалось усугубление синдрома цитолиза и эндотоксикоза. Из этой группы умерло 2 пациента с нарастающей гепатоцеребральной недостаточностью. Представленные данные показывают необходимость дальнейших разработок диагностики и лечения пациентов с тяжелой формой синдрома механической желтухи.

**Ключевые слова:** синдром механической желтухи, малоинвазивные вмешательства, печеночная недостаточность.

**DIAGNOSIS AND TREATMENT OF OBSTRUCTIVE JAUNDICE SYNDROME**

Research article

**Magomedov M.M.<sup>1,\*</sup>, Khamidov M.A.<sup>2</sup>, Magomedov Kh.M.<sup>3</sup>**

Dagestan State Medical University, Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation, Makhachkala, Russia

\* Corresponding author (muxuma[at]mail.ru)

**Abstract**

The article analyzes the results of diagnosis and treatment of 146 patients with obstructive jaundice syndrome of benign origin who were treated at the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products in Makhachkala in the period from 2014 to 2017. The patients were divided into three groups based on the level of bilirubin as an integral indicator (duration of obstructive jaundice). In all 146 patients, Ultrasound, Multislice CT, MRI as well as gas-liquid chromatography and spectrometry were used in the complex diagnosis of the functional state of the liver. Particular attention was paid to the use of minimally invasive methods of decompression of the biliary system in the treatment of patients with obstructive jaundice syndrome. Despite the elimination of bile hypertension in the postoperative period of the group 3 patients, there was an aggravation of cytolysis syndrome and endotoxemia. 2 patients in this group died with increasing hepatocerebral insufficiency. The presented data demonstrate the need for further development of the diagnosis and treatment of patients with severe obstructive jaundice.

**Keywords:** obstructive jaundice syndrome, minimally invasive interventions, liver failure.

**Введение**

Прогресс билиарной хирургии еще не пришёл к полному пониманию патогенезу расстройств и патологических состояний в организме в связи с нарушением оттока желчи из желчных путей. Проблема эффективного лечения пациентов с механической желтухой остается актуальной, несмотря на впечатляющие результаты билиарной хирургии [1], [2]. Основной причиной летальности у пациентов с механической желтухой доброкачественного генеза является прогрессирование печеночной недостаточности после выполнения хирургического вмешательства на желчных путях [3], [4]. Из множества методов предупреждения прогрессирования печеночной недостаточности большое значение в настоящее время придаётся наружному дренированию желчных путей [5], [6]. Оперативные вмешательства, предпринимаемые на фоне механической желтухи, у большинства пациентов не могут быть выполнены радикально и сопровождаются развитием осложнений в 47–68% случаев [7]. Несмотря на современные достижения борьбы с механической желтухой, летальность печеночной недостаточности, необратимых нарушений функции гепатоцитов, остается высокой 5,6–6,3% [8]. Широкое распространение в лечении таких пациентов получила двухэтапная тактика, на первом этапе проводится декомпрессия желчных протоков, на втором – паллиативное или радикальное хирургические вмешательства [9]. Подобная тактика позволяет снизить частоту послеоперационных осложнений на 17,0%, а летальности до 2,8% [10].

Цель исследования: изучение функционального состояния печени у пациентов с синдромом механической желтухи неопухолевого генеза на основании анамнеза, инструментальных и клинико-лабораторных данных.

**Материалы и методы исследования**

За период с 2014 по 2017 г. на базах ЦЭНМП г. Махачкала, находилось на лечении – 146 пациентов с холедохолитиазом, осложненным синдромом механической желтухи. В зависимости от уровня билирубинемии, как интегрального показателя (длительности желтухи) пациенты были разделены на три группы: 1 группа – 48 (32,8%) пациентов, у которых уровень билирубина не превышал 100 мкмоль/л (в среднем 88,6 мкмоль/л) и с длительностью желтухи не более 5 сут. Вторая группа – 46 (31,5%) пациентов с уровнем билирубина пределах 100–200 мкмоль/л (в среднем 188,1 мкмоль/л), длительностью механической желтухи не более 10 сут. Третья группа – 50 (34,2%)

пациентов, у которых уровень билирубина и длительность желтухи превышали соответственно 200 мкмоль/л и 12 сут. Средний уровень билирубина крови в 3 группы составил 256 мкмоль/л.

В комплексной диагностике функционального состояния печени у всех 146 пациентов использовали УЗИ газожидкостную хроматографию, а также спектрофотометрию. Пациентам в исследуемых группах оценивали показатели трасаминазной активности, динамику концентраций средних молекул, уровень желочной фосфатазы, холестерина и билирубина.

Тяжесть механической желтухи устанавливали на основании клинко-лабораторных данных и результатов инструментальных исследований: ультразвукового исследования брюшной полости; обзорной рентгенографии органов груди и брюшной полости; мультиспиральной компьютерной томографии органов брюшной полости с контрастированием; магнитно-резонансной холангиопанкреатикографии; эзофагогастродуоденоскопии. По показаниям проводили холангиоскопию, эндоскопическую ретроградную панкреатикохолангиографию, чрескожную чреспечёночную холангиографию, видеолапароскопию, дуоденоскопию, фистулографию, рентгеноконтрастное исследование органов желудочно-кишечного тракта.

У 146 пациентов применяли различные варианты билиарного дренирования: чрескожную чреспечёночную холангиостомию – у 45; эндоскопическую – 45; папиллосфинктеротомию с назобилиарным дренированием – у 58; назобилиарное дренирование – у 18, чрескожное чреспечёночное наружно-внутреннее дренирование – у 17; эндоскопическую папиллосфинктеротомию – у 37; стентирование – у 9. Всем пациентам выполнялось бактериологическое исследование желчного содержимого на аэробную и анаэробную флору с определением чувствительности к антибиотикам. При проведении ЭЭГ на пациента надевается шапочка с электродами, сигналы от головного мозга передаются через электроды на прибор – энцефалограф.

Исследования проводили на ЭЭГ (Neurotravel SMART и GEM 100).

Электроэнцефалографию пациентам проводили для верификации степени гепатоцеребральной недостаточности. Показания ЭЭГ служило билирубин > 300 мкм/л, психомоторные возбуждения, расстройства сна, таких пациентов было 8.

### Статическая анализ

Статические данные были проанализированы с использованием t-теста, теста Пирсона  $\chi^2$  и точного теста Фишера. Данные были проанализированы с помощью SPSS для Windows версии 17.0 (SPSS Inc., США)  $p < 0,05$  считается значимым.

### Результаты исследования и их обсуждение

На момент поступления у пациентов 1 группы с длительностью желтухи до 5 сут., согласно клиническим и лабораторным данным, имелись признаки гепатопатии легкой либо средней степени тяжести: уровень билирубина в крови в среднем 88,6 мкмоль/л, умеренная гиперферментемия – АсАТ 0,6–0,8 мкмоль/чл, АлАТ – 0,6–0,8 мкмоль/чл, ЛДГ – 9,4–9,8 мкмоль/чл, умеренная гипопроотеинемия (общий белок 56–60 г/л). Остальные биохимические показатели без отклонения от нормы. У пациентов отсутствовали признаки гепатоцеребральной недостаточности, патологических изменений на энцефалограммах не обнаружено. Послеоперационный период у пациентов 1 группы протекал без осложнений. Общее состояние на 3–4 сут. оценивалось как относительно удовлетворительное. Кожные покровы приобретали естественную окраску на 4–5 сут. после устранения препятствия току желчи, биохимические показатели приближались к значениям, близким к норме, на 5–6 сут. послеоперационного периода. Применение миниинвазивных атреградных методов лечения позволило в 100% случаев выполнить декомпрессию билиарной гипертензии. У пациентов 2 группы уровень билирубина на момент поступления в среднем был 188 мкмоль/л, показатели АсАТ и АлАТ составляли соответственно 2,6–3,7 мкмоль/чл и 1,9–2,9 мкмоль/чл, ЛДГ – 17,6–20,6 мкмоль/чл, отмечалась умеренная гипопроотеинемия (общий белок 54–59 г/л), по сравнению с первой группой ( $p < 0,05$ ). Наряду с этим у пациентов 2 группы имелись признаки эндотоксикоза: токсичность крови по парамецийному тесту составляла в среднем 16,7 мин., уровень средних молекул составил 0,56–0,69 у.е. У всех пациентов 2 группы на момент поступления отсутствовали явные клинические признаки гепатоцеребральной недостаточности, однако после проведения тестов писчей пробы и теста обратного счета у 8 (5,5%) пациентов были обнаружены признаки энцефалопатии. Проведенная ЭЭГ у данных пациентов свидетельствовала о наличии гепатоцеребральной недостаточности 1 степени – неравномерность альфа-ритма, негрубые, но устойчивые бета- и дельта-волны. Использование ретроградных методик синдрома механической желтухи был эффективен в 89,6% случаев, в 10,4% случаев приходилось проводить традиционную холецистолитотомию вследствие крупных конкрементов холедохе. В 14,2% случаях прибегли к сочетанному дренированию желчных путей. После проведения оперативного вмешательства на 2–4 сут. послеоперационного периода у 6 пациентов 2 группы на фоне нарастания билирубина более 300 мкм/л, усугубления эндотоксикоза (токсичность крови по парамецийному тесту до 13 мин., уровень средних молекул составил 0,79–0,86 у.е.) ( $r = 0,8$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 8$ ) и отмечались эмоциональные, психические расстройства, проявляющиеся быстрой сменой настроения, депрессией либо эйфорией, инверсией сна, головной болью. Данные изменения характерны для гепатоцеребральной недостаточности 1–2 степени, что подтверждалось характерными изменениями на ЭЭГ.

На момент поступления у больных 3 группы с длительностью желтухи более 12 сут., согласно клиническим и лабораторным данным, имелись признаки гепатопатии (тяжелой) степени ( $p = 0,004$ ): уровень билирубина в крови был в среднем 256 мкмоль/л, выраженная гиперферментемия: АсАТ – 3,6–3,8 мкмоль/чл, АлАТ – 3,16–4,0 мкмоль/чл, ЛДГ – 29,7–30,1 мкмоль/чл, умеренная гипопроотеинемия (общий белок 54–58 г/л) ( $p = 0,08$ ). Уровень холестерина составил в среднем 7,9 ммоль/л, мочевины – 14,3 ммоль/л, щелочной фосфатазы – 4,8 мкмоль/л, токсичность крови по парамецийному тесту составляла в среднем 10,8 мин., уровень средних молекул составил 0,8–0,9 у.е. Пациенты 3 группы в сравнении с исследуемыми 1 и 2 группами имели наиболее тяжелый соматический статус: длительная

механическая желтуха, холангит, отягощались наличием сопутствующей патологии. В 3-й группе использование ретроградных методик синдрома механической желтухи был эффективен в 65,6% случаев, в 20,8% случаев приходилось проводить традиционную холедохолитотомию, вследствие крупных конкрементов общего желчного протока и симптома Меризи ( $p=0,001$ ). В 13,6% случаях провели сочетанное дренирование желчных путей по типу "Рандеву" вследствие невозможности адекватного дренирования желчевыводящих путей ретроградным путем.

Несмотря на устранение желчной гипертензии, у этих больных в ближайшем послеоперационном периоде отмечалось усугубление синдрома цитолиза, эндотоксикоза. Показатели АлАТ, концентрация средних молекул превышали исходные уровни до операции, отмечалась длительная гипербилирубинемия – 38 (26,0%) пациентов в исследуемой группе с признаками нарастающей печеночной недостаточности, симптомами гепатоцеребральной недостаточности – умерло 2(5,3%).

### Выводы

1. Применение ретроградных вмешательств позволили повысить эффективность лечения механической желтухи доброкачественного генеза с 75,5% до 89,6% ( $p<0,001$ ).
2. Быстрая декомпрессия желчных путей приводит к развитию реперфузионного синдрома, что является одной из причин печеночной недостаточности.
4. Этапы декомпрессии желчных ходов, снижение уровня интоксикации у пациентов с печеночной недостаточностью на фоне механической желтухи требуют дальнейших разработок.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Гальперин Э.И. Недостаточность печени / Э.И. Гальперин, М.И. Семендяева, Е.А. Неклюдова – М.: Медицина -1978. – С 380.
2. Хоронько Ю.В. Синдром « быстрого » билиарной декомпрессии при лечении механической желтухи / Ю.В. Хоронько, В.Л. Коробка, В.С. Грушилин и др. // Анналы хирургической гепатологии.-2019-Том 24 - №4 - С.24-29.
3. Карпов О.Э. Сочетанное применение миниинвазивных технологий в лечении механической желтухи / О.Э. Карпов, П.С. Ветшев, С.В. Бруслик и др. // Анналы хирургической гепатологии.- 2019.-Том 24. - №2. С. 100-104.
4. Ветшев П.С. Миниинвазивные чрескожные технологии: История, традиции, негативные тенденции и перспективы / П.С. Ветшев, Г.Х. Мусаев, С.В. Бруслик // Анналы хирургической гепатологии.-2014: - Том 9. - №1 - С. 12-16.
5. Котовский А.Е. Ретроградное эндопротезирование желчных протоков при доброкачественных заболеваниях органов гепатопанкреатодуоденальной зоны / А.Е. Котовский, К.Г. Глебов, Т.Г. Дюжева и др. // Анналы хирургической гепатологии.-2019. - Том 24. - №1 - С.61-70.
6. Пархисенко Ю.А. Современные взгляды на диагностику и хирургическое лечение механической желтухи / Ю.А. Пархисенко, А.И. Жданов, В.Ю. Пархисенко и др. // Украинский журнал хирургии. - 2013. - Том 22. - №3-С.202-214.
7. Zissin R. Case report: broken intracholedochal stent / R. Zissin, B. Novis // Clin. Radiol. - 1992- vol.45. - №1 – pp.46-47.
8. Wang L. Obstructive jaundice and perioperative management / L. Wang, W.F. Yu // Acta Anaesthesiol. Taiwan. -2014-vol.52- №1-pp.22-29.
9. Pavlidis E.T. Pathophysiological consequences of obstructive jaundice and perioperative management / E.T. Pavlidis, T.E. Pavlidis // Hepatobiliary Pancreat. Dis. Int. -2018. - vol. - 17. - №1-pp.17-21.
10. Choi J.H. Percutaneous transhepatic cholangioscopy : does its role still exist? / J.H. Choi, S.K. Lee // Clin. Endosc. – 2013 - vol. 46. - №5. - pp.529-536.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Galperin E. I. Nedostatochnost' pecheni [liver Failure] / E. I. Galperin, M. I. Semendyaev, E. A. Neklyudova M.: Medicine - 1978. – 380. [in Russian]
2. Horonko V. Sindrom « bystrogo » biliarnoj dekompressii pri lechenii mehanicheskoy zheltuhi [Syndrome of "fast" biliary decompression in the treatment of obstructive jaundice] / Horonko Yu, V. L. Carton, V. S. Greselin et al. // Annaly hirurgicheskoy gepatologii [Annals of surgical Hepatology]. - 2019-Volume 24-No. 4-p. 24-29. [in Russian]
3. Karpov O.E. Sochetannoe primeneniye miniinvazivnykh tehnologiy v lechenii mehanicheskoy zheltuhi [Combined application of minimally invasive technologies in the treatment of mechanical jaundice] / O. E. Karpov, P. S. Vetshev, S. V. Bruslik et al. // Annaly hirurgicheskoy gepatologii [Annals of Surgical Hepatology].- 2019.- Volume 24. - No. 2. pp. 100-104. [in Russian]
4. Vetshev P. S. Miniinvazivnye chreskozhnye tehnologii: Istorija, tradicii, negativnye tendencii i per-spektivy [Miniinvasive percutaneous technologies: History, traditions, negative trends and prospects] / P. S. Vetshev, G. H. Musaev, S. V. Bruslik // Annaly hirurgicheskoy gepatologii [Annals of surgical hepatology]. - 2014: 9. - №1 - P. 12-16. [in Russian]
5. Kotovskaya, A. E. Retrogradnoe jendoprotezi-rovaniye zhelchnykh protokov pri dobrokachestvennykh zabolevaniya organov gepatopankreatoduodenal'noy zony [Retrograde replacement of biliary ducts in benign diseases of hepatopancreatoduodenal zone] / A. E. Kotovsky, K. G. Glebov, T. G. Dyuzheva, et al. // Annaly hirurgicheskoy gepatologii [Annals of surgical Hepatology].-2019. - Volume 24. - No. 1-p. 61-70. [in Russian]
6. Parkhisenko Yu. A. Sovremennyye vzglyady na diagnostiku i hirurgicheskoe lechenie mehanicheskoy zheltu-hi [Modern views on the diagnosis and surgical treatment of mechanical jaundice] / Yu. A. Parkhisenko, A. I. Zhdanov, V. Yu. Parkhisenko et al. // Ukrainskij zhurnal hirurgii [Ukrainian Journal of Surgery]. - 2013. - Volume 22. - No. 3-pp. 202-214. [in Russian]
7. Zissin R. Clinical case: a broken intracholedochal stent / R. Zissin, V. Novis // Clin. Radiol. - 1992-vol. 45. - No. 1-pp. 46-47.
8. Wang L. Obstructive jaundice and perioperative treatment / L. Wang, V. F. Yu // Acta Anaesthesiol. Taiwan. - 2014-volume 52-No. 1-p. 22-29.
9. Pavlidis E. T. Pathophysiological consequences of obstructive jaundice and perioperative management / E. T. Pavlidis, T. E. Pavlidis // Hepatobiliary Pancreat. Dis. Int. -2018. - Vol.-17. - No. 1-p. 17-21.
10. Choi J. H. Percutaneous transhepatic cholangioscopy : is there still a role for it? / J. H. Choi, S. K. Lee // Klin. Endosc. - 2013-vol. 46. - No. 5. - pp. 529-536.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.056>**КОНУСНО-ЛУЧЕВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПРИ ПОВТОРНОМ ЭНДОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ**

Обзорная статья

**Манукян И.А.<sup>1,\*</sup>, Рисованный С.И.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-1526-2375;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-0970-3701;<sup>1,2</sup> Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

\* Корреспондирующий автор (irma\_manukjan[at]mail.ru)

**Аннотация**

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) является одним из современных методов диагностического исследования в стоматологической практике. Данный метод визуализации обеспечивает высококачественное, трехмерное представление костных элементов челюстно-лицевого скелета, что наиболее важно в эндодонтии. Всеобъемлющие и легкодоступные трехмерные данные КЛКТ приводят к точной идентификации морфологии корневого канала, раннему мониторингу и дифференциальной диагностике периапикальных поражений, качественному анализу резорбтивных поражений и предоперационной оценке. Указанные преимущества делают метод незаменимым при планировании и оценке результатов эндодонтического лечения. В данной статье рассматриваются основы КЛКТ и представлены примеры применения метода в современной эндодонтической практике.

**Ключевые слова:** конусно-лучевая компьютерная томография, повторное эндодонтическое лечение.

**CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY FOR ENDODONTIC RETREATMENT**

Review article

**Manukyan I.A.<sup>1,\*</sup>, Risovanny S.I.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-1526-2375;<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-0970-3701;<sup>1,2</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

\* Corresponding author (irma\_manukjan[at]mail.ru)

**Abstract**

Cone beam computed tomography (CBCT) is one of the modern methods of diagnostic examination in dental practice. This visualization method provides a high-quality, three-dimensional representation of the bone elements of the maxillofacial skeleton, which presents the most importance in endodontics. Comprehensive and easily accessible three-dimensional CBCT data leads to accurate identification of root canal morphology, early monitoring and differential diagnosis of periapical lesions, qualitative analysis of resorptive lesions, and preoperative assessment. These advantages make this method invaluable for planning and evaluating the results of endodontic treatment. This article discusses the basics of CBCT and provides examples of the application of the method in modern endodontic practice.

**Keywords:** cone beam computed tomography, endodontic retreatment.

**Введение**

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) преодолевает ограничения традиционной интраоральной дентальной рентгенографии (РГ) [5]. Поэтому потенциальные преимущества применения КЛКТ в эндодонтии, где оцениваемая анатомия является сложной, огромны. Эти преимущества, в сочетании с уменьшением стоимости и размера аппаратного обеспечения КЛКТ, по сравнению с КТ, за последние годы привели к широкому распространению этого метода визуализации в стоматологической практике. Основное отличие КЛКТ от традиционной компьютерной томографии (КТ) состоит в том, что источник рентгеновского излучения генерирует луч в форме конуса, достаточно широкого, чтобы захватить всю или значительную часть объема области интереса. Такой принцип получения изображения обеспечивает преимущество КЛКТ за счет 3D-отображения мельчайших деталей челюстно-лицевой области [4]. Поскольку КЛКТ становится все более распространенным методом в арсенале эндодонта, важно знать об особенностях использования этого метода визуализации для решения эндодонтических проблем. Сканеры КЛКТ малого объема, хорошо подходят для использования в эндодонтии, поскольку интересующая область легко может быть исследована с помощью малого поля зрения [17].

**Основная часть**

КЛКТ значительно более чувствительный метод, в сравнении с РГ в отношении диагностики апикального периодонтита (АП) [15]. Периапикальная костная деструкция, связанная с эндодонтической инфекцией, может быть идентифицирована с помощью КЛКТ до того, как доказательства существования этих повреждений проявят себя на обычных рентгенограммах. При сравнении частоты выявления АП на молярах верхней и нижней челюсти с использованием РГ и КЛКТ показано, что КЛКТ выявляет на 62% больше периапикальных поражений, чем рентгенография [20]. Эти выводы подтверждены и другими исследованиями аналогичного профиля.

Результаты клинических исследований подтверждаются также с использованием *ex vivo* моделей, на которых искусственно воспроизводились периапикальные поражения. Показано, что чувствительность КЛКТ при выявлении моделируемых очагов АП составляет 100%, в то время как, чувствительность РГ только 24,8% [23].

В литературе имеются ограниченные данные, касающиеся оценки исхода эндодонтического лечения проведенного под контролем КЛКТ, в сравнении с РГ. При сравнении эффективности КЛКТ и РГ в качестве инструмента оценки результатов эндодонтического лечения в эксперименте на животных показано, что через 6 месяцев после лечения по данным РГ «успешный» результат выявлен в 79% случаев, а КЛКТ только в 35% случаев [3]. При сравнении, КЛКТ и РГ в качестве инструмента оценки результатов эндодонтического лечения у людей показано, что через 2 года после лечения по данным РГ «успешный» результат выявлен в 87% случаев, а КЛКТ только в 74% случаев [19].

С учетом вышеприведенных данных вполне вероятно, что многие случаи АП после эндодонтического лечения, которые ранее считались излеченными, в действительности таковыми не являлись. Это побуждает к переоценке критериев, применяемых в настоящее время для рентгенологической оценки успешности эндодонтического лечения, которая на сегодняшний день во многом по-прежнему основана на визуализации с использованием РГ.

Известно, что результаты эндодонтического лечения при максимально раннем начале могут быть ожидаемо лучше [16], что затруднительно при использовании в диагностическом поиске РГ. Раннее обнаружение АП значительно улучшает результаты нехирургического лечения патологии корневых каналов. Таким образом, КЛКТ может оказаться полезным дополнением к диагностике периапикальных поражений, связанных с эндодонтической инфекцией, особенно когда клинические признаки и обычные рентгенологические данные оказываются неоднозначными [25].

Дополнительным стимулом к широкому внедрению КЛКТ является разработка модификаций протоколов исследования, направленная на максимальное снижение дозы облучения при сохранении диагностической эффективности свойственной изначальным режимам. По результатам исследования посвященного оценке влияния изменения дуги вращения сканера КЛКТ на способность выявлять наличие моделируемых очагов АП, не обнаружено существенной разницы в чувствительности и специфичности сканера КЛКТ малого поля зрения независимо от того, была ли степень вращения рентгеновского источника 360° (настройки производителя) или 180° (исследуемый протокол) [18]. При использовании предложенного протокола, вдвое снижается время сканирования и, как следствие, время экспозиции и лучевая нагрузка на пациента [18].

Основным этиологическим фактором развития АП является инфекционное воспаление в системе корневых каналов, отсюда следует, что основной целью эндодонтического лечения является санация системы корневых каналов [10]. Таким образом, проведение тщательной хемомеханической обработки и obturation системы корневых каналов является основой успеха эндодонтического лечения [6]. Однако в случае наличия аномалий и особенностей анатомии корневых каналов, проведение их качественной обработки требует специальных подходов. Диагностика сложной анатомии канала с наличием искривлений, разветвлений и других морфологических вариантов представляет определенные сложности, особенно если корень искривлен в направлении, перпендикулярном к плоскости наблюдения рентген-аппарата [11]. Определение степени кривизны канала позволяет лучше планировать лечение, уменьшает вероятность отлома инструмента и транспортиции канала [11]. Неспособность выявить и обработать дополнительные каналы может отрицательно повлиять на исход эндодонтического лечения [13]. КЛКТ с высоким разрешением позволяет находить дополнительные корневые каналы чаще, чем РГ, причем с определением точного их местоположения и морфологии [22]. На моделях *ex vivo* показано превосходство КЛКТ над РГ в обнаружении наличия дополнительных каналов. Так, на рентгенограммах у 4 из 10 обследованных зубов не выявляется, по крайней мере, один корневой канал [21]. Выявление дополнительных каналов и корней зубов до начала лечения позволяет определить оптимальную тактику лечения пациентов с периапикальными поражениями [24]. Неопределенная морфология канала повышает вероятность периоперационных неудач, потенциально угрожая исходу лечения [9]. Показано, что КЛКТ является надежным инструментом для точной оценки степени кривизны, связанной с корнями зубов с «нормальными» анатомическими формами [24]. Таким образом, КЛКТ является полезным инструментом для оценки и планирования эндодонтического лечения зубов с анатомическими и морфологическими аномалиями.

Резорбция корня (РК) приводит к потере твердых тканей зуба в результате воздействия гигантских многоядерных клеток при хроническом воспалении периапикальных тканей [26]. Причиной РК может стать ортодонтическое лечение, травма, АП, новообразования и другие заболевания. Существует несколько видов РК [26]: восстанавливаемая (поверхностная), анкилотическая (замещение костной тканью), инфекционная (воспалительная) и экстраканальная инвазивная пришеечная резорбция. Своевременное выявление и дифференциальная диагностика РК является областью, где использование КЛКТ показывает подавляющее преимущество над РГ [12].

Поломка эндодонтического инструмента может произойти на любом этапе эндодонтического лечения и в любом месте корневого канала. Способность рассмотреть проблемную зону с разных точек зрения и удалить сломанный инструмент, а также тактика лечения зависит от качественной визуализации его расположения [1].

Ятрогенные перфорации корня могут быть вызваны штифтами или сломанными инструментами и их также часто трудно локализовать с помощью РГ. В то время как рентгенограммы не представляют информацию в щеочно-язычной плоскости, КЛКТ позволяет провести 3D-исследование перфорации [2]. Артефакты появляющиеся из-за obturationных и реставрационных материалов в виде «полос», «пламени» и иные, представляют собой определенный вызов для интерпретации целостности стенки корня при анализе результатов КЛКТ. Определенная стратегия просмотра последовательных аксиальных слоев снижает эффект увеличения жесткости пучка излучения [8].

КЛКТ также может оказать значительную помощь в диагностике кальцифицированных каналов [7]. Также КЛКТ может помочь исправить отклонение при формировании доступа, чтобы предотвратить перфорацию корня [14]. В процессе рассмотрения зоны интереса значительную помощь могут оказать окна мультипланарной реформации, особенно с применением облегчающего навигацию рентгеноконтрастного инструмента [27].

## Заключение

Эффективное использование КЛКТ требует квалифицированной подготовки и опыта для дифференциации различных челюстно-лицевых структур и их патологии. Хотя в рутинной практике стоматолога РГ является экономичным и доступным методом, КЛКТ помогает преодолеть внутренние ограничения рентгенографии.



Всеобъемлющие и информативные трехмерные данные КЛКТ приводят к точной идентификации морфологии корневого канала, раннему мониторингу и дифференциальной диагностике периапикальных поражений и их точной предоперационной оценке. Указанные преимущества делают метод незаменимым для планирования и оценки результатов эндодонтического лечения.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Список литературы / References**

1. Alencar A. H. G. D. Procedural errors during root canal preparation using rotary NiTi instruments detected by periapical radiography and cone beam computed tomography / A. H. G. D. Alencar, P. M. Dummer, H. C. Oliveira et al. // Brazilian dental journal. – 2010. – Vol. 21(6). – P. 543-549. doi:10.1590/S0103-64402010000600011
2. Alves R. A. A. A Conservative Approach to Surgical Management of Root Canal Perforation / R. A. A. Alves, A. L. G. Morais, T. F. Izelli et al. // Case Reports in Dentistry. – 2021. – Vol. 2021. doi:10.1155/2021/6633617
3. de Paula-Silva F. W. G. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard / F. W. G. de Paula-Silva, M. K. Wu, M. R. Leonardo et al. // Journal of endodontics. – 2009. – Vol. 35(7). – P. 1009-1012. doi:10.1016/j.joen.2009.04.006
4. De Vos W. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature / W. De Vos, J. Casselman, G. R. J. Swennen // International journal of oral and maxillofacial surgery. – 2009. – Vol. 38(6). – P. 609-625. doi:10.1016/j.ijom.2009.02.028
5. Durack C. Cone beam computed tomography in endodontics / C. Durack, S. Patel // Brazilian dental journal. – 2012. – Vol. 23(3). – P. 179-191. doi:10.1590/S0103-64402012000300001
6. Fabricius L. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth / L. Fabricius, G. Dahlén, G. Sundqvist et al. // European journal of oral sciences. – 2006. – Vol. 114(4). – P. 278-285. doi:10.1111/j.1600-0722.2006.00380.x
7. Floratos S. Intraoperative use of CBCT for identification and localization of calcified canals: a clinical technique / S. Floratos, M. E. Miltiadous // Case reports in dentistry. – 2017. – Vol. 2017. doi:10.1155/2017/1265701
8. Freitas D. Q. Influence of acquisition parameters on the magnitude of cone beam computed tomography artifacts / D. Q. Freitas, R. C. Fontenele, E. H. L. Nascimento et al. // Dentomaxillofacial Radiology. – 2018. – Vol. 47(8). – P. 20180151. doi:10.1259/dmfr.20180151
9. Friedman S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure) / S. Friedman // Endodontic Topics. – 2002. – Vol. 1(1). – P. 54-78. doi:10.1034/j.1601-1546.2002.10105.x
10. Gomes B. P. F. D. A. Etiologic role of root canal infection in apical periodontitis and its relationship with clinical symptomatology / B. P. F. D. A. Gomes, D. R. Herrera // Brazilian oral research. – 2018. – Vol. 32. – Supl. 1. doi:10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0069
11. Grande N. M. Present and future in the use of micro-CT scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology / N. M. Grande, G. Plotino, G. Gambarini et al. // Annali dell'Istituto superiore di sanita. – 2012. – Vol. 48(1). – P. 26-34. doi:10.4415/ANN\_12\_01\_05
12. Guo J. Root Resorption / J. Guo // In Clinical Management of Orthodontic Root Resorption. – 2021. – Springer. – P. 5-25.
13. Imura N. The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist / N. Imura, E. T. Pinheiro, B. P. Gomes et al. // Journal of endodontics. – 2007. Vol. 33(11). – P. 1278-1282. doi:10.1016/j.joen.2007.07.018
14. Jain A. Generation and evaluation for the effectiveness of ACCU DIRECT SCALE developed for access cavity preparation using CBCT analysis for guided endodontic procedure in calcified canals and in comparison with conventional method / A. Jain, P. Nikhade // Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – Vol. 25(1). – P. 3921-3928.
15. Kanagasingam S. Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in detecting apical periodontitis using histopathological findings as a reference standard / S. Kanagasingam, C. X. Lim, C. P. Yong et al. // International endodontic journal. – 2017. – Vol. 50(5). – P. 417-426. doi:10.1111/iej.12650
16. Kebke S. Tooth survival following root canal treatment by general dental practitioners in a Swedish county - a 10-year follow-up study of a historical cohort / S. Kebke, H. Fransson, M. Brundin et al. // International Endodontic Journal. – 2021. – Vol. 54(1). – P. 5-14. doi:10.1111/iej.13392
17. Kiarudi A. H. The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: a review of literature / A. H. Kiarudi, M. J. Eghbal, Y. Safi et al. // Iranian endodontic journal. – 2015. – Vol. 10(1). – P. 16-25. PMID:25598804
18. Lennon S. Diagnostic accuracy of limited-volume cone-beam computed tomography in the detection of periapical bone loss: 360° scans versus 180° scans / S. Lennon, S. Patel, F. Foschi et al. // International endodontic journal. – 2011. – Vol. 44(12). – P. 1118-1127. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01930.x
19. Liang Y. H. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans / Y. H. Liang, G. Li, P. R. Wesselink et al. // Journal of Endodontics. – 2011. – Vol. 37. – P. 326-331. doi:10.1016/j.joen.2010.11.032
20. Lofthag-Hansen S. Cone Beam Computed Tomography-radiation dose and image quality assessments / S. Lofthag-Hansen // Gothenburg. – 2011. – 56 p.
21. Matherne R. P. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro / R. P. Matherne, C. Angelopoulos, J. C. Kulild et al. // Journal of endodontics. – 2008. – Vol. 34(1). – P. 87-89. doi:10.1016/j.joen.2007.10.016
22. Neelakantan P. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium–

enhanced digital radiography in studying root canal morphology / P. Neelakantan, C. Subbarao, C. V. Subbarao // Journal of endodontics. – 2010. – Vol. 36(9). – P. 1547-1551. doi:10.1016/j.joen.2010.05.008

23. Patel S. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems / S. Patel, A. Dawood, T. Pitt Ford et al. // International endodontic journal. – 2007. – Vol. 40(10). – P. 818-830. doi:10.1111/j.1365-2591.2007.01299.x

24. Patel S. The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography – Part 1: pre-operative status / S. Patel, R. Wilson, A. Dawood et al. // International endodontic journal. – 2012. – Vol. 45(8). – P. 702-710. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01989.x

25. Silva B. S. F. Differential diagnosis and clinical management of periapical radiopaque/hyperdense jaw lesions / B. S. F. Silva, M. R. Bueno, F. P. Yamamoto-Silva et al. // Brazilian oral research. – 2017. – Vol. 31. doi:10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0052

26. Singh O. Root resorption: challenge to the endodontist / O. Singh, D. J. Sinha, S. P. Tyagi et al. // International Journal of Dental Research and Oral Sciences. – 2017. – Vol. 2(1). – P. 31-41.

27. Tatli U. Cone-beam computed tomography for oral and maxillofacial imaging / U. Tatli, B. Evlice // Computed Tomography: Advanced Applications. – 2017. – Zagreb. – 139 p. doi:10.5772/66614

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.057>**МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПЕРЕГРУЗОК, ГЕНЕРИРУЕМЫХ НА ЦЕНТРИФУГЕ КОРОТКОГО РАДИУСА**

Научная статья

**Маркин А.А.<sup>1,\*</sup>, Журавлева О.А.<sup>2</sup>, Кузичкин Д.С.<sup>3</sup>, Колотева М.И.<sup>4</sup>, Вострикова Л.В.<sup>5</sup>,  
Заболотская И.В.<sup>6</sup>, Логинов В.И.<sup>7</sup>, Лабецкая О.И.<sup>8</sup>**<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-2252-6380;<sup>1-8</sup> Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН,  
Москва, Россия

\* Корреспондирующий автор (andre\_markine[at]mail.ru)

**Аннотация**

Длительное пребывание человека в невесомости характеризуется развитием ряда неблагоприятных изменений, затрагивающих структуру и функцию основных систем организма. Создание на борту космических кораблей и станций искусственной силы тяжести с использованием центрифуги короткого радиуса может стать перспективным профилактическим методом. Основной проблемой при его разработке является подбор оптимального соотношения силы перегрузки и ее продолжительности, а также оценка возможных побочных эффектов.

В эксперименте участвовали девять обследуемых мужского пола. Каждый обследованный подвергался воздействию перегрузок направлением голова-таз (+Gz) силой 2,1g (30 мин), 2,4g (30 мин) и 2,9g (15 мин). Второе вращение выполнялось через три дня после первого, а третье – через два дня после второго. Взятие венозной крови проводилось за 7 дней до первого воздействия и в течение 10 минут после завершения каждого из них. В сыворотке и плазме крови определяли значения 42 биохимических показателей, отражающих состояние внутренних органов и тканей, а также основных звеньев обмена веществ. Установлено, что действие перегрузок силой более 2,1g характеризуется развитием биохимических сдвигов, отражающих напряжение скелетной мускулатуры, признаками развития регионарной гипоксии с активацией гликолиза и липолиза, появлением острофазных реакций. Большинство изменений протекает внутри референтных диапазонов, а если и превышает их верхнюю границу, то не является клинически значимыми, отражая активацию адаптивных процессов. Не исключен эффект тренировки, вызываемый повторяемым гипергравитационным воздействием, что позволяет оценить исследованные режимы профилактических перегрузок как имеющие перспективы для применения в пилотируемой космонавтике и подлежащие дальнейшему изучению.

**Ключевые слова:** Центрифуга короткого радиуса, перегрузки, метаболизм.**HUMAN METABOLIC REACTIONS UNDER THE INFLUENCE OF ACCELERATION EXERCISES  
GENERATED ON A SHORT-RADIUS CENTRIFUGE**

Research article

**Markin A.A.<sup>1,\*</sup>, Zhuravleva O.A.<sup>2</sup>, Kuzichkin D.S.<sup>3</sup>, Koloteva M.I.<sup>4</sup>, Vostrikova L.V.<sup>5</sup>,  
Zabolotskaya I.V.<sup>6</sup>, Loginov V.I.<sup>7</sup>, Labetskaya O.I.<sup>8</sup>**<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-2252-6380;<sup>1-8</sup> State Scientific Center of the Russian Federation — Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia

\* Corresponding author (andre\_markine[at]mail.ru)

**Abstract**

The long-term stay of a person in weightlessness is characterized by the development of a number of adverse changes that affect the structure and function of the key body systems. The creation of artificial gravity on board of spacecraft and stations using a short-radius centrifuge can become a promising precautionary method. The main problem in its development is the selection of the optimal ratio of the acceleration force and its duration and the assessment of possible side effects.

The experiment involved nine male subjects. Each subject was subjected to head-to-pelvis acceleration with (+Gz) G-forces of 2.1 g (30 min), 2.4 g (30 min), and 2.9 g (15 min). The second rotation was performed three days after the first, and the third rotation was performed two days after the second. Venous blood was taken 7 days before the first exposure and within 10 minutes after the end of each exercise. The study determined the values of 42 biochemical parameters in serum and plasma samples that reflected the state of internal organs, tissues as well as the main components of metabolism. It was found that the effect of accelerations with a force of more than 2.1 g is characterized by the development of biochemical shifts that reflect the tension of skeletal muscles, signs of the development of regional hypoxia with the activation of glycolysis and lipolysis, and the appearance of acute phase reactions. Most changes occur within the reference ranges, and if they exceed their upper limit, they are not clinically significant, reflecting the activation of adaptive processes. The training effect caused by repeated hypergravity exposure is not excluded, which allows for the evaluation of the modes of acceleration training as those with prospects for use in manned space exploration and that are subject to further study.

**Keywords:** Short-radius centrifuge, acceleration, metabolism.**Введение**

Длительное пребывание человека в невесомости характеризуется развитием ряда неблагоприятных изменений, затрагивающих структуру и функцию основных систем организма, среди которых деминерализация скелета, детренированность и атрофия мышечного аппарата, детренированность сердечно-сосудистой системы, снижение устойчивости к гравитационным нагрузкам, снижение общей работоспособности [1, С. 65]. Применяемая в настоящее

время система профилактики является эффективной и достаточно разносторонней, однако центральное место в ней занимает комплекс физических тренировок, на выполнение которого космонавту ежедневно, в течение всего полета, требуется 2,5 часа рабочего времени. Физические тренировки проводятся четырехдневными микроциклами, из которых три дня являются нагрузочными и один день – отдыха, но активного [1, С. 67].

Разработка новых методов профилактики неблагоприятного действия невесомости на организм человека, занимающих меньшее время и позволяющих снизить интенсивность физических нагрузок представляет собой, таким образом, достаточно актуальную проблему.

Во второй половине XX века исследованиями ученых СССР, США и Японии, выполненными в экспериментах, моделирующих длительное действие на организм невесомости, было показано, что перегрузки величиной 1-2g в направлении голова-таз (+Gz), генерируемые на центрифугах малого (1,45-2,0 м) и среднего (7,25 м) радиуса, могут применяться в качестве профилактического средства возникшей у испытуемых детренированности [2, С. 7]. Перегрузки +Gz восстанавливают гидростатическое давление крови, характерное для ортостаза, возобновляют нагрузку, аналогичную гравитационной или несколько повышенную, на скелет и антигравитационную мускулатуру, что позволяет нивелировать неблагоприятное действие невесомости.

Стратегия исследований в данной области предполагает разработку режимов вращения с оптимальным соотношением времени и величины перегрузок. При этом необходимо учитывать все вероятные побочные эффекты этого вида профилактики [3, С. 14].

К настоящему времени накоплено большое количество данных по профилактическим эффектам перегрузок малой силы, генерируемых с помощью центрифуг короткого радиуса. В качестве наземных моделей невесомости применялись антиортостатическая гипокинезия длительностью от 4 до 41 суток и “сухая” водная иммерсия длительностью от 3 до 28 дней. Режимы действия перегрузок применялись самые разнообразные: от 0,4 до 2,0g на уровне сердца один раз в день с продолжительностью воздействия от 25 до 120 минут и соответственно от 0,8 до 1,8 от 2 до 16 раз в день с продолжительностью от 5 до 60 минут. Оценка эффективности профилактического эффекта при таком разнообразии режима воздействия перегрузок была неоднозначной и плохо поддавалась сравнению. Оценивались, в основном, физиологические параметры кардиоваскулярной, мышечной, костной, сенсомоторной систем [4, С. 235], [5, С. 86-88]. Современных работ, посвященных побочным эффектам действия профилактических перегрузок малой величины, практически нет, хотя установлено, например, что 30-минутная перегрузка силой 2g достоверно увеличивает агрегацию эритроцитов, что в свою очередь отрицательно влияет на капиллярный кровоток [6, С. 61].

Известно, что более 70% объективной информации о состоянии организма обследуемого получают на основе данных лабораторных анализов [7, С. 15]. Соответственно, информация о вероятном побочном действии перегрузок малой силы, равно как и об их профилактической эффективности, может быть получена при скрининговом биохимическом обследовании с использованием клинически информативных методов, внесенных в Номенклатуру клинических лабораторных исследований Минздрава РФ [8, С. 644].

### **Цель работы**

Исследование влияния различных режимов профилактических перегрузок малой силы, генерированных на центрифуге малого радиуса, на состояние органов и тканей, а также основных звеньев обмена веществ обследуемых.

### **Материалы и методы**

В эксперименте участвовало девять добровольцев мужского пола в возрасте от 24 до 41 года, прошедших отбор и подписавших Информированное согласие. Программа эксперимента одобрена комиссией по биомедицинской этике ГНЦ РФ ИМБП РАН. Использовали 3 режима вращения на ЦКР, с направлением перегрузки голова-таз (+G<sub>z</sub>): 1-й – 2,1g, 30 мин, 2-й – 2,4g, 30 мин, 3-й – 2,9 g, 15 мин. Типовой график ускорений представлен на Рис. 1. Каждый обследуемый участвовал во всех режимах вращения. Интервал между первым и вторым вращением составлял 2 суток, между вторым и третьим – 3 суток.

Венозную кровь у обследуемых отбирали натошак, за неделю до начала эксперимента и в течение 10 минут после завершения каждого вращения. В сыворотке и плазме крови определяли активность аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы, гамма-глутамилтрансферазы, холинэстеразы, глутаматдегидрогеназы, щелочной фосфатазы,  $\alpha$ -амилазы и ее панкреатического изофермента, креатинфосфокиназы (КФК) и ее сердечного изофермента КФК-МВ, лактатдегидрогеназы,  $\alpha$ -гидроксibuтиратдегидрогеназы (ГБДГ), панкреатического изофермента триацилглицериновой липазы, общей и панкреатической кислой фосфатазы, а также концентрацию общего белка, альбумина, глюкозы,  $\beta$ -гидроксibuтирата, креатинина, мочевины, мочевой кислоты, цистатина С, высокочувствительного С-реактивного белка (СРБвч), холестерина, триглицеридов, неэстерифицированных (свободных) жирных кислот (НЭЖК), фосфолипидов, железа, кальция общего и ионизированного, магния, неорганического фосфора, хлоридов и бикарбонатов с помощью стандартных коммерческих наборов фирмы “DiaSys”(ФРГ). Концентрацию общего и прямого билирубина измеряли с помощью наборов фирмы “Эко-сервис”(РФ). Активность триацилглицериновой липазы определяли, используя наборы фирмы “Randox” (Великобритания). Измерения производили на биохимическом автоматическом анализаторе “Targa BT 3000” фирмы “Biotecnika Instruments” (Италия). Уровень калия и натрия измеряли с помощью ион-селективного анализатора электролитов “EasyLite Na/K” фирмы “Medica” (США). Активность мышечного изофермента креатинфосфокиназы КФК-ММ рассчитывали как разность между активностями КФК и КФК-МВ, а концентрацию непрямого билирубина – как разность между концентрациями общего и прямого билирубинов [9, С. 369, 557].

Статистическую обработку данных проводили методами вариационной статистики с применением пакета прикладных программ Statistica for Windows, Kernel Release 6.0 фирмы StatSoft, Inc. (США). Достоверность различий с фоновыми значениями оценивали с помощью t-критерия Стьюдента [10, С. 114].

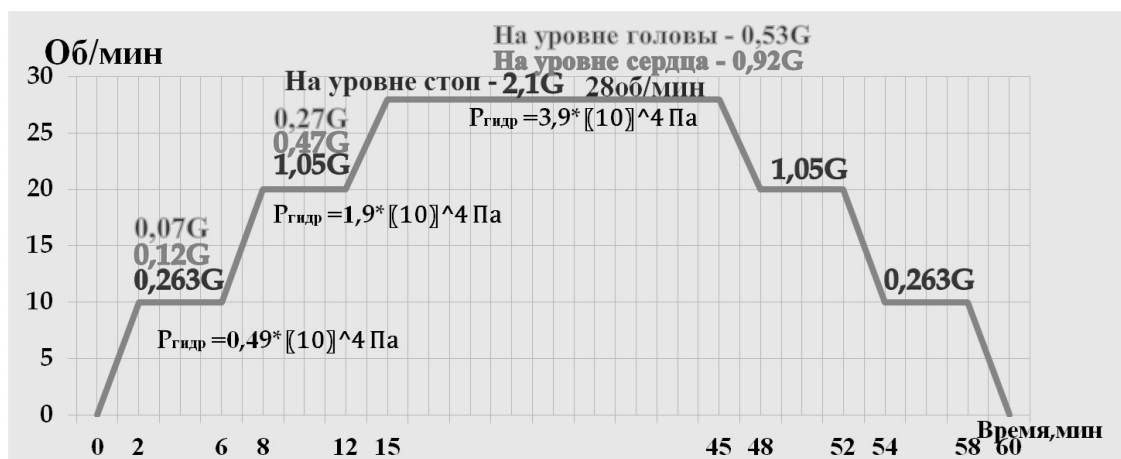


Рис. 1 – Типовой график ускорений

### Результаты и обсуждение

Результаты исследований представлены на рисунках 2 – 5.

При перегрузке величиной 2,1g наблюдалось достоверное повышение активности КФК МВ, относительно фоновых значений, в границах нормальных величин, уровни активности мышечного изофермента КФК и АСТ не менялись. При этом возрастал уровень общего кальция. Достоверно повышалась концентрация ЦРБвч.

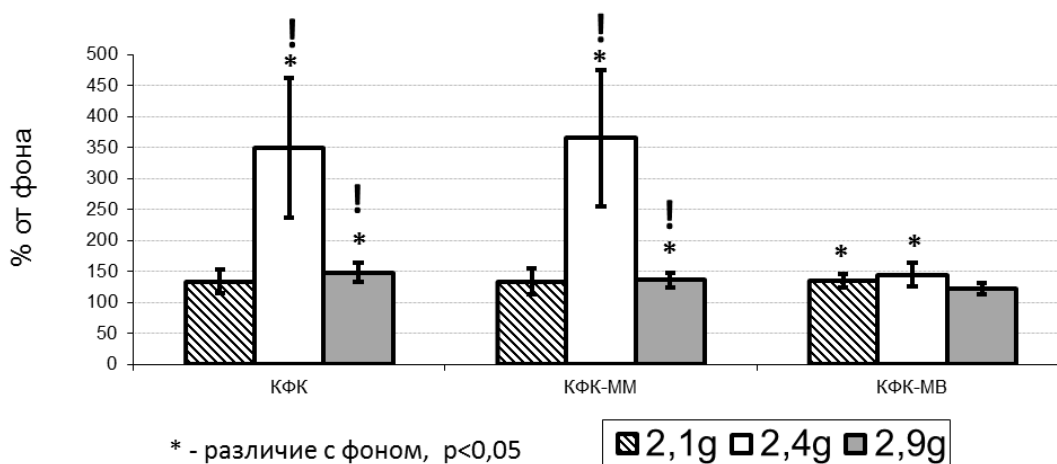


Рис. 2 – Показатели мышечного и миокардиального метаболизма

Известно, что продольная перегрузка +Gz сопровождается напряжением мускулатуры ног и брюшного пресса, вызывает тахикардию, являясь, кроме того, сильным стрессогенным воздействием [11, С. 10]. В данном случае, повышение концентрации кальция, как основного катиона мышечного сокращения, увеличение активности одного из сердечных ферментов и возрастание концентрации белка – положительного реактанта острой фазы, отражают реакцию организма на экспериментальное воздействие. Тем не менее, величины маркеров гипоксии и показателей, характеризующих степень перераспределения жидких сред организма, оставались неизменными.

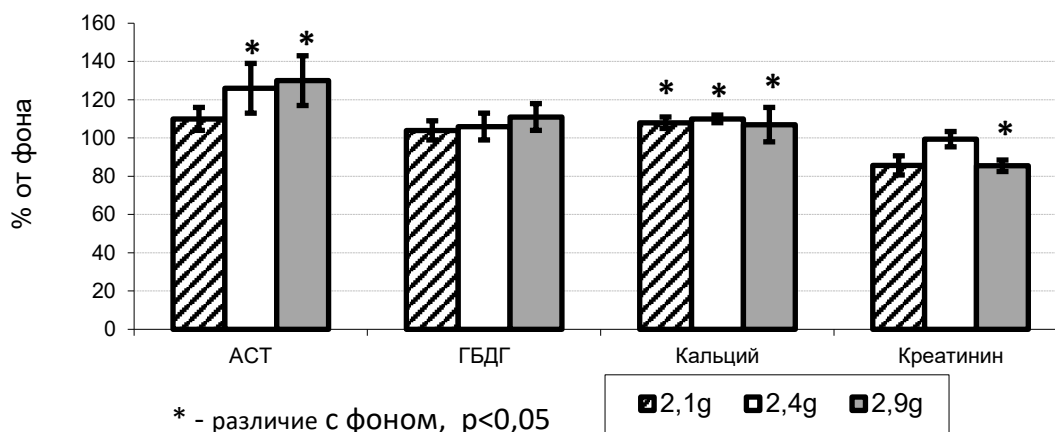


Рис. 3 – Показатели мышечного и миокардиального метаболизма - 2

Воздействие перегрузки в 2,4g охарактеризовалось резким, в три с половиной раза, ростом активности КФК за счет мышечного изофермента. В 1,8 раза была превышена верхняя граница физиологической нормы. Активность сердечного изофермента КФК возросла в полтора раза (уровень активности высокоспецифичного фермента миокарда ГБДГ достоверно не менялся). На 25% повысилась активность АСТ (активность АЛТ не изменялась). Уровень кальция достоверно повысился на 10%. Все перечисленные изменения характеризуют гипергравитационное напряжение скелетных мышц нижних конечностей. Судя по всему, реакция миокарда при данной силе перегрузки была минимальной. Установлено, что при векторе гипергравитации +Gz наблюдается выраженное перераспределение жидких сред организма в направлении нижних конечностей [11, С. 10]. При 2,4g в данном эксперименте обнаружено достоверное повышение концентрации общего белка в крови на 7%, что может объясняться только выходом жидкой части крови в интерстициальное пространство нижних конечностей с развитием гемоконцентрации.

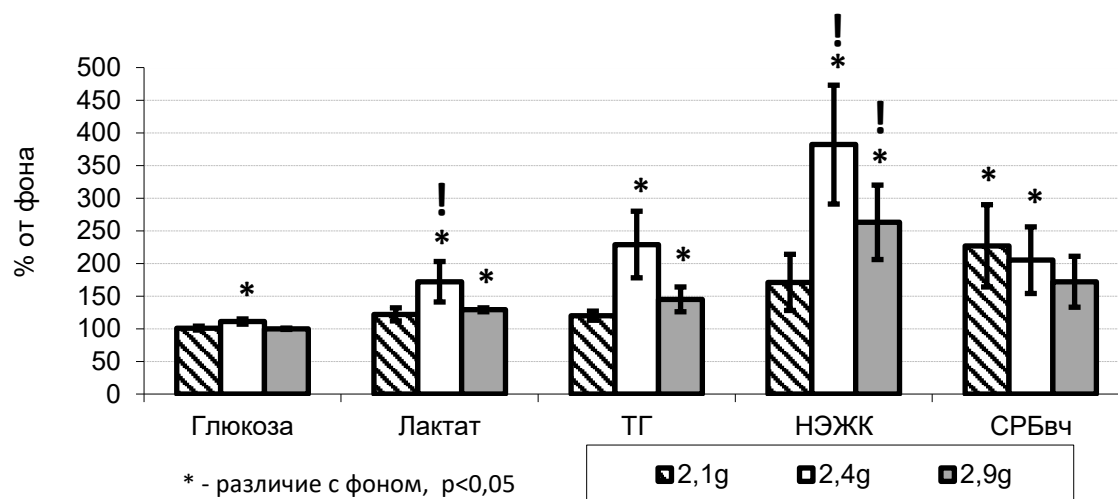


Рис. 4 – Маркеры гипоксии

Параллельно наблюдалось достоверное повышение в крови уровня глюкозы на 11%, лактата – на 72% с превышением верхней границы нормы, триглицеридов – в 2,3 раза, НЭЖК – в 3,8 раза и за верхнюю границу референтного диапазона. СРБвч достоверно повышался в два раза. Учитывая формирование застойных явлений в нижних конечностях и напряжение их мускулатуры на протяжении всего воздействия, обнаруженные изменения можно расценивать как метаболическую реакцию на развитие регионарной гипоксии. В ходе экспериментального воздействия активировались реакции как гликолиза, так и липолиза, что сопровождалось развитием острофазных процессов.

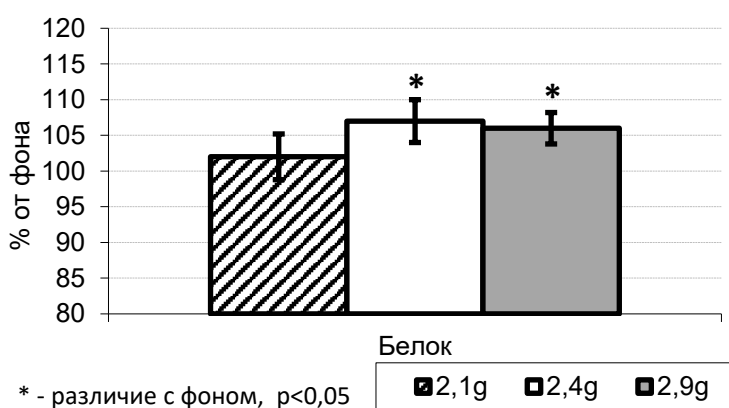


Рис. 5. Концентрация общего белка в крови

При перегрузке величиной 2,9g, активность КФК и КФК ММ достоверно повышалась в значительно меньшей степени, чем при предыдущем режиме вращения ЦКР – на 48 и 36% соответственно, хотя и выходила за верхнюю границу диапазона нормы. Активность КФК МВ достоверно не менялась. Величина активности АСТ в диапазоне нормальных величин повышалась на 30%, однако значение активности ГБДГ не менялось. Уровень общего кальция, как и при прежних режимах вращения, был повышен. В отличие от предыдущих величин перегрузок, при 2,9g было обнаружено достоверное снижение концентрации креатинина в крови. У космонавтов такой феномен наблюдался только после посадок в баллистическом режиме, когда сила перегрузок превышала 8g. Это объясняется тем, что образующегося в мышечной ткани креатинфосфата становится недостаточно для удовлетворения энергетических запросов мускулатуры, подвергающейся интенсивному гипергравитационному воздействию, поэтому креатин не дегидратируется с образованием креатинина, а полностью расходуется в реакции фосфорилирования, протекающей в

митохондриях миоцитов с участием КФК [12, С. 101]. С учетом того, что длительность максимальных перегрузок при баллистическом спуске составляла от 4 до 5 минут 50 секунд [13, С. 239], а в эксперименте она составила 15 минут при общем времени воздействия около часа, вполне возможен общий механизм возникновения обнаруженного феномена.

Несмотря на то, что уровень общего белка при 2,9g достоверно повышался примерно в той же степени, что в предыдущем режиме, величины показателей, характеризующих развитие гипоксии и стресс-реакции изменялись в меньшей степени. Концентрация глюкозы не отличалась от фонового уровня, содержание лактата и триглицеридов достоверно изменялось внутри референтного диапазона, уровень НЭЖК был повышен за пределы физиологической нормы, однако в значительно меньшей степени, чем при 2,4 g. Концентрация СРБвч достоверно не отличалась от исходного значения.

Обращает на себя внимание меньшая выраженность метаболических реакций у испытуемых при силе перегрузки в 2,9g по сравнению с ее величиной в 2,4g. Учитывая, что перегрузкам в 2,9g предшествовали два режима с меньшими величинами гипергравитации, однако с большей продолжительностью воздействия, можно предположить, что они способствовали развитию эффекта тренировки мышечной системы, что и выразилось в лучшей переносимости финального воздействия.

Величины остальных биохимических показателей, перечисленных в разделе “Материалы и методы”, достоверно не менялись.

### Заключение

Действие на организм человека перегрузок силой более 2,1g характеризуется развитием биохимических сдвигов, отражающих напряжение скелетной мускулатуры нижних конечностей, признаками развития регионарной гипоксии с активацией процессов гликолиза и липолиза, появлением острофазных реакций.

Перегрузка в 2,4g сопровождается выраженными признаками мышечного напряжения, перераспределением жидкой части крови в интерстициальное пространство, развитием стресс-реакции с активацией гликолиза и липолиза. При перегрузке в 2,9g напряжение мускулатуры, оцениваемое по активности специфических маркеров, было выражено в меньшей степени, по сравнению с предыдущим режимом вращения. Однако наблюдался феномен дефицита креатинфосфата, что характерно для чрезмерных мышечных нагрузок.

Тем не менее, большинство изменений протекает внутри диапазона физиологической нормы, а если превышает его верхнюю границу, то не является клинически значимым, отражая, скорее, активацию адаптивных процессов. Не исключен эффект тренировки, вызываемый повторяемым гипергравитационным воздействием.

Таким образом, режим вращения на центрифуге короткого радиуса с силой перегрузки в 2,1g представляется наиболее перспективным для дальнейших исследований в аналоговых экспериментах, моделирующих действие гипогравитации на организм человека.

### Финансирование

Работа финансировалась в рамках Государственного задания № 0130-2014-0006 и темы РАН 65.1 (№ Государственной регистрации 01201370667).

### Funding

This work was funded under State Assignment No. 0130-2014-0006 and the RAS theme 65.1 (State Registration No. 01201370667).

### Благодарности

Коллектив авторов сердечно благодарит старшего научного сотрудника лаборатории Физиологии ускорений и искусственной силы тяжести ГНЦ РФ ИМБП РАН Т.М. Глебову за любезно предоставленные материалы по режимам генерирования исследованных перегрузок.

### Acknowledgement

The team of authors sincerely thanks the Senior Scientific Researcher of Laboratory of Physiology of Accelerations and Artificial Gravity of the State Scientific Center of the Russian Federation, T.M. Glebova for the kindly provided materials on the modes of generation of the investigated overloads.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Козловская И.Б. Развитие российской системы профилактики неблагоприятных влияний невесомости в длительных полетах на МКС / И.Б. Козловская, Ярманова Е.Н., Егоров А.Д. и др. // Международная космическая станция. Российский сегмент. Космическая биология и медицина. – Воронеж: Научная книга. – 2011. – Т. 1. – С. 63–98.
2. Котовская А.Р. Центрифуга короткого радиуса: история и перспективы использования в практике космонавтики и здравоохранения / А.Р. Котовская, И.Ф. Виль-Вильямс // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2004. – Т. 38. – № 5. – С.3-11.
3. Котовская А.Р. Переносимость человеком перегрузок в космических полетах и искусственная гравитация / А.Р. Котовская // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2017. – Т. 51. – № 5. – С. 5-21.
4. Clément G. Centrifugation as a countermeasure during actual and simulated microgravity: a review / G. Clément, A.P. Traon // European Journal of Applied Physiology. – 2004. – Vol. 92. – No 3. – P. 235-248.
5. Clément G. Centrifugation as a countermeasure during bed rest and dry immersion: what has been learned? / G. Clément, W.H. Paloski, J. Rittweger // Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. – 2016. – Vol. 16. – No 2. – P. 84-91.

6. Grau M. Erythrocyte deformability and aggregation responses to intermittent and continuous artificial gravity exposure / M., V. Abeln, T. Vogt et al. // *Life Sciences in Space Research*.– 2017.– Vol. 12.– P. 61-66.
7. Лифшиц В.М. Лабораторные тесты при заболеваниях человека / В.М. Лифшиц, В.И. Сидельникова. – Москва: Триада-Х.– 2003. – 347 с.
8. Анализы. Полный справочник. – Москва: Эксмо.– 2006.–768 с.
9. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В.С. Камышников– Москва: МЕД пресс-информ. – 2009. – 896 с.
10. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных / О. Ю. Реброва. – Москва: Медиа сфера.– 2006. – 312с.
11. Еремин А.В. Человек в космическом полете / А.В. Еремин, Н.М. Рудный // *Руководство по физиологии. Космическая биология и медицина*. – Москва: Наука.– 1987.– С.7-49.
12. Журавлева О.А. Особенности метаболизма космонавтов после баллистического спуска с околоземной орбиты / О.А. Журавлева, А.А. Маркин, М.И. Колотева и др. // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2017.– Т. 43. – № 5.– С. 94-103.
13. Котовская А.Р. Переносимость перегрузок космонавтами МКС / А.Р. Котовская, М.И. Колотева // *Международная космическая станция. Российский сегмент. Космическая биология и медицина*. – Воронеж: Научная книга. – 2011. – Т. 2. – С. 236-267.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Kozlovskaya I. B. Razvitie rossijskoj sistemy profilaktiki neblagoprijatnyh vlijanij nevesomosti v dlitel'nyh poletah na MKS [Development of the Russian system of prevention of adverse effects of weightlessness in long-term flights to the ISS] / I. B. Kozlovskaya, Yarmanova E. N., Egorov A.D. et al. // *Mezhdunarodnaja kosmicheskaja stancija. Rossijskij segment. Kosmicheskaja biologija i medicina* [International Space Station. The Russian segment. Space biology and medicine]. - Voronezh: A scientific book. - 2011. - Vol. 1. - p. 63-98. [in Russian]
2. Kotovskaya A. R. Centrifuga korotkogo radiusa: istorija i perspektivy ispol'zovanija v praktike kosmonavtiki i zdavoohranenija [Short-radius centrifuge: history and prospects of use in the practice of cosmonautics and healthcare] / A. R. Kotovskaya, I. F. Vil-Williams // *Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina* [Aerospace and environmental medicine]. - 2004. - Vol. 38. - No. 5. - p. 3-11. [in Russian]
3. Kotovskaya A. R. Perenosimost' chelovekom peregruzok v kosmicheskix poletah i iskusstvennaja gravitacija [Human tolerance of overloads in space flights and artificial gravity] / A. R. Kotovskaya // *Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina* [Aerospace and environmental medicine]. – 2017. – Vol. 51. – No. 5. – P. 5-21. [in Russian]
4. Clément G. Centrifugation as a countermeasure during actual and simulated microgravity: a review / G. Clément, A. P. Traon // *European Journal of Applied Physiology*.-2004.– Vol. 92.– No 3.– P. 235-248.
5. Clément G. Centrifugation as a countermeasure during bed rest and dry immersion: what has been learned? / G. Clément W. H. Paloski, Rittweger J. // *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. – 2016. – Vol. 16. – No 2.– P. 84-91.
6. Grau M. Erythrocyte deformability and aggregation responses to intermittent and continuous artificial gravity exposure / M. V. Abeln, T. Vogt et al. // *Life Sciences in Space Research*.– 2017.– Vol. 12.– P. 61-66.
7. Lifshitz, V. M. Laboratornye testy pri zabolevanijah cheloveka [Laboratory tests for human diseases] / V. M. Lifshitz, V. I. Sidelnikova. - Moscow: Triada-Kh. - 2003. - 347 p.
8. Analizy. Polnyj spravochnik [Tests. Complete reference guide]. - Moscow: Eksmo. - 2006. - 768 p. [in Russian]
9. Kamyshnikov V. S. Spravochnik po kliniko-biohimicheskim issledovanijam i laboratornoj diagnostike [Handbook of clinical and biochemical research and laboratory diagnostics] / V. S. Kamyshnikov-Moscow: MED press-inform. - 2009 – - 896 p. [in Russian]
10. Rebrova O. Yu. Statisticheskij analiz medicinskih dannyh [Statistical analysis of medical data] / O. Yu. Rebrova. - Moscow: Media sphere - 2006 – - 312 p. [in Russian]
11. Eremin A.V. Chelovek v kosmicheskom polete [Man in space flight] / A.V. Eremin, N. M. Rudny // *Rukovodstvo po fiziologii. Kosmicheskaja biologija i medicina* [Handbook of Physiology. Space biology and medicine]. - Moscow: Nauka. - 1987. - p. 7-49. [in Russian]
12. Zhuravleva O. A. Osobennosti metabolizma kosmonavtov posle ballisticheskogo spuska s okolozemnoj orbity [Features of cosmonauts ' metabolism after ballistic descent from near-Earth orbit] / O. A. Zhuravleva, A. A. Markin, M. I. Koloteva et al. // *Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina* [Aerospace and environmental medicine]. - 2017. - Vol. 43. - no. 5. - p. 94-103. [in Russian]
13. Kotovskaya A. R. Perenosimost' peregruzok kosmonavtami MKS [Tolerability of overloads by ISS cosmonauts] / A. R. Kotovskaya, M. I. Koloteva // *Mezhdunarodnaja kosmicheskaja stancija. Rossijskij segment. Kosmicheskaja biologija i medicina* [The International Space Station. The Russian segment. Space biology and medicine]. - Voronezh: A scientific book. - 2011. - Vol. 2. - pp. 236-267. [in Russian]



DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.058>**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МИКСТ-ИНФЕКЦИЙ У ЖЕНЩИН РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА**

Научная статья

**Омарова С.М.<sup>1,\*</sup>, Исаева Р.С.<sup>2</sup>, Ахмедова Р.С.<sup>3</sup>, Акаева Ф.С.<sup>4</sup>, Саидова П.С.<sup>5</sup>,  
Багандова Д.Ш.<sup>6</sup>, Муслимов М.О.<sup>7</sup>**<sup>1-7</sup> Дагестанский государственный медицинский университет», Махачкала, Россия

\* Корреспондирующий автор (omarovanpo[at]mail.ru)

**Аннотация**

Выделение *Listeria monocytogenes* из клинического материала при акушерско-гинекологической патологии часто затруднено вследствие присутствия микробов-ассоциантов. В настоящем исследовании представлены материалы изучения новых отечественных питательных сред для выделения листерий при микробиологической диагностике листериоза беременных. Показана диагностическая эффективность разработанных питательных сред в лабораторной диагностике микст-инфекций у женщин с акушерско-гинекологической патологией.

**Ключевые слова:** *Listeria monocytogenes*, листериоз беременных, выделение, питательные среды, микробы-ассоцианты, ингибция.

**IMPROVING THE METHODS OF MICROBIOLOGICAL DIAGNOSIS OF MIXED INFECTIONS IN WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE**

Research article

**Omarova S.M.<sup>1,\*</sup>, Isaeva R.S.<sup>2</sup>, Akhmedova R.S.<sup>3</sup>, Akayeva F.S.<sup>4</sup>, Saidova P.S.<sup>5</sup>,  
Bagandova D.Sh.<sup>6</sup>, Muslimov M.O.<sup>7</sup>**<sup>1-7</sup> Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia

\* Corresponding author (omarovanpo[at]mail.ru)

**Abstract**

The isolation of *Listeria monocytogenes* from clinical material in obstetric and gynecological pathology is often difficult due to the presence of associated microbes. This study presents the materials of the study of new domestic nutrient media for the isolation of listeria in the microbiological diagnosis of listeriosis in pregnant women as well as demonstrates the diagnostic effectiveness of the developed nutrient media in the laboratory diagnosis of mixed infections in women with obstetric and gynecological pathology.

**Keywords:** *Listeria monocytogenes*, listeriosis in pregnant women, isolation, culture media, associated microbes, inhibition.

В последние годы все больше внимание исследователей и врачей различных специальностей привлекают оппортунистические инфекции, проблема диагностики которых до настоящего времени не решена. К возбудителям таких инфекций в полной мере относятся и листерии, вызывающие развитие листериоза – заболевания, характеризующегося широким спектром клинических проявлений [2], [6].

Листерийная инфекция наибольшую опасность представляет для беременных женщин и новорожденных, обуславливая выкидыши, мертворождения, пороки плода. В большинстве случаев в связи с запоздалой диагностикой листериоза беременных наблюдается трансплацентарное инфицирование плода, и беременность, по средним данным, в 22% заканчивается абортom или мертворождением [6], [7]. Преждевременные роды в этих случаях являются обычным явлением, так же как развитие заболевания у новорожденных. Вместе с тем исследование клинического материала при появлении симптомов листериоза у беременных, позволило бы выявить его истинный удельный вес в структуре прерывания беременности. Для листерий, как и для других факультативных внутриклеточных паразитов, главную роль играет клеточный иммунитет, снижение которого во время беременности, повышает восприимчивость к листериозной инфекции у пациентов данной группы риска [3], [6], [7].

Полиморфизм клинических проявлений, а также нередкое сочетание *L. monocytogenes* с другими микроорганизмами, значительно затрудняет клиническую диагностику листериозной инфекции, поэтому приоритет в этой области имеет бактериологический метод исследования с использованием селективных питательных сред. Посев на плотные питательные среды («Золотой стандарт») по-прежнему остается ведущим методом исследования, позволяющим выделить, идентифицировать и изучить возбудитель инфекции [1], [4], [6], [8].

Цель исследования - изучение диагностической эффективности отечественных питательных сред и различных лабораторных методов исследования при микробиологической диагностике перинатального листериоза.

**Материалы и методы**

Материалом исследования служили мазки и соскобы из цервикального канала, взятые с соблюдением всех правил забора материала для исследования, которые были изучены бактериологическим, серологическим методами, а также методом ПЦР-диагностики [1], [4], [5].

Комплексное обследование включало обязательную микроскопию мазка по общепринятому методу (окраска по Граму) и количественный посев на расширенный набор питательных сред с культивированием в аэробных условиях в течение  $(18 \pm 2)$  ч при температуре  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ .

Было обследовано 652 беременных женщин, находившихся на учете в кабинетах бесплодия женских консультаций г. Махачкалы. Все женщины были в активном репродуктивном возрасте (20-35 лет). Из них у 60%

обследованных было диагностировано вторичное бесплодие с привычными выкидышами (58%) и мертворождаемостью (42%). У 40% обследованных женщин установлены диагнозы: эрозия шейки матки (46%), кольпиты (19%), эндометриты (15%), вагиниты (7%) и вагинальный кандидоз (13%). У всех женщин данной группы в акушерском анамнезе отмечалось невынашивание беременности.

Для обнаружения в клиническом материале *L. monocytogenes* использовали отечественные питательные среды для накопления, выделения и идентификации листерий (ФГУП «Микроген» НПО «Питательные среды», г.Махачкала).

Учитывая, что как правило, сопутствующая микрофлора при акушерско-гинекологических инфекциях представлена бактериями рода Enterobacteriaceae, как то *E.coli*, *Klebsiella* spp, *Proteus* spp, а также *Candida albicans*, рост которых на разработанных селективных средах для листерий полностью подавлялся, для выделения названных микроорганизмов параллельно использовали известные коммерческие среды Эндо, Левина, Кандида-агар, амфолан-агар (для выделения *Proteus*), что позволяло сократить время бактериологического исследования и ускорить процесс выявления возбудителя инфекции у обследованной группы беременных женщин.

### Результаты и обсуждение

Результаты исследования клинического материала показали, что в большинстве случаев обнаруживалась смешанная микрофлора, представленная сочетаниями листерий с микроорганизмами различной природы (бактерии, грибы, вирусы).

Во всех случаях клинического проявления листериозной инфекции при посеве на питательной среде для накопления наблюдали помутнение бульона, на среде для выделения листерий был отмечен рост мелких бесцветных колоний в S-форме, блестящих, голубоватых при исследовании в проходящем свете. На среде для первичной идентификации листерий через (18±2) ч был выявлен рост колоний черного цвета, блестящих, влажных в S-форме, d=1,0±0,2 мм.

У обследованных групп женщин выделено и идентифицировано до вида 24 штамма *L. monocytogenes* (21,4 %), из которых установлен диагноз мертворождаемость в 14 случаях, а в 10 случаях диагноз невынашивание. Все они имели в анамнезе 2 и более выкидыша в большом сроке беременности (21-25 недель).

Результаты серологических исследований показали, что все 24 выделенных возбудителя относились к *L. monocytogenes* серогруппам 4в и 1/2а, и давали реакцию агглютинации на «+++» или «++++».

Принадлежность 24 изолятов к виду *L. monocytogenes* подтверждена в полимеразной цепной реакции (ПЦР) с видоспецифическими праймерами. Остальные представители рода *Listeria* дали отрицательный результат в ПЦР.

Выделенные штаммы листерий были испытаны с целью определения их чувствительности к антибактериальным препаратам. Чувствительность к антибиотикам определяли диско-диффузионным методом. В работе использовали коммерческие диски с антибиотиками (производства НИЦФ, г.Санкт-Петербург). Антибиотикограмму листерий изучали путем посева выделенных культур *L. monocytogenes* (по 2,0 мл инокулята из стандартного разведения 10<sup>9</sup>) на питательную среду АГВ для определения чувствительности к антибиотикам (производства НПО «Питательные среды»). В опыт были взяты антибиотики, наиболее часто используемые в терапии листериоза. Результаты антибиотикограммы показали, сто листерии высокочувствительны к линезолиду (МИК составляла 60,0 мкг/мл) и рифампицину; чувствительны к пенициллину, ванкомицину, ампициллину, гентамицину и эритромицину; устойчивы к налидиксовой кислоте.

Из представителей сопутствующей бактериальной флоры чаще всех выявлялись *E. coli* – 41,8%, микроорганизмы рода *Klebsiella* spp. - в 28,7%, *S. faecalis* - в 4,5% и грибы рода *Candida* - в 5,1%. Бактерии других родов обнаруживались реже.

Большинство выделенных культур вызывали гемолиз эритроцитов (на кровяном агаре) особенно часто этот признак отмечали у *L. monocytogenes* (95%), у *E. coli* (70,0%), *P. vulgaris* (28,0%), *S. marcescens* (25,0%), *Klebsiella* spp. (50 %), *Staphylococcus* spp. (25%), *P. mirabilis* (75,0%). Тест на ДНК-азу у *E. coli* положительный был в 50,0%, у *S. marcescens* в 100%, реже ДНК-аза обнаруживалась у бактерий рода *Klebsiella* spp. (в 10,0%).

Лецитиназная активность выявлена у 30,0% штаммов *Proteus*. Гиалуронидазу продуцировали почти все выделенные условно-патогенные представители семейства энтеробактерий, например, бактерии родов *Klebsiella*, *Proteus* в 100% случаев.

Клинические образцы ДНК, выделенные из соскобов эпителиальных клеток цервикального канала женщин с диагнозами невынашивание и мертворождаемость, были проанализированы на наличие специфических фрагментов при помощи ПЦР-*Ureaplasma urealiticum*, *Mycoplasma hominis* и *genitalium*, *Chlamydia trachomatis*, *Trichomonas vaginalis*, *Neisseria gonorrhoeae*, HCMV, HSV (1 и 2 титов), HPV (16-18 титов).

Выявляемость возбудителей указанных инфекций методом ПЦР была различной, так в 37% случаев выявлялись хламидии, трихомонады – 21%, папиллома вирус человека – 18%, гонококки – 11%, уреаплазмы – 8%, вирус простого герпеса – 5%. Исследования показали, что из перечисленных вирусов наибольшую этиологическую роль в развитии микст-инфекций, у обследованной группы женщин, играют хламидии (37%).

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанные среды для выделения и культивирования листерий обладали высокой чувствительностью и специфичностью в отношении роста этих возбудителей, а также обеспечивали стабильное сохранение их основных свойств. Выделенные из исследуемого материала листерии были типичными по своим морфологическим и биологическим свойствам: грамположительные палочки; каталазоположительные; обладали подвижностью при 22°C; утилизировали эскулин; ферментировали с образованием кислоты рамнозу и маннозу и не ферментировали манит, ксилозу и арабинозу; формировали зону β-гемолиза на 5 % кровяном агаре; проявляли лецитиназную активность в присутствии активированного угля и желточной эмульсии. Результаты исследований клинического материала показали, что листерии и условно-патогенные энтеробактерии, выделенные с использованием разработанных сред наряду со специфическими инфекциями при акушерско-гинекологической патологии у обследованных групп женщин, обладали рядом факторов, определяющих возможность

их участия в патогенезе заболеваний. Данные бактериологических исследований подтверждены методами ПЦР-диагностики и в реакции непрямой иммунофлюоресценции, процент совпадений при использовании 3-х методов составил 98-100%.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Список литературы / References

1. Бакулов И.А. Листерия как пищевая инфекция. Вопрос диагностики и профилактики / И.А. Бакулов, Д.А. Васильев. Ульяновск, 1991.
2. Долгих Т.И. Лабораторная диагностика – основа информационного обеспечения диагностического процесса при оппортунистических инфекциях / Т.И. Долгих.
3. Ермолаева С.А. Изменения уровня экспрессии факторов вирулентности *L. monocytogenes* под влиянием внешних условий / С.А. Ермолаева, Ю.Ф. Белый, И.С. Тартаковский // Молекулярно-генетическая микробиология и вирусология, 2000; 1: 17-19.
4. Карпова Т.И. Новые методы идентификации *Listeria monocytogenes* / Т.И. Карпова, Ермолаева, И.В. Лопырев и др. // Клин. Микробиол. антимикроб. химиотер. 2001; 1: 80-81.
5. Карпова Т.И. Типирование *Listeria monocytogenes* на основе полиморфизма генов факторов патогенности / Т.И. Карпова, Т.Е. Фирсова, Л.В. Родина и др. // Клин. Микробиол. антимикроб. химиотер. 2003; 3: 251-258.
6. Омарова С.М. Микробиологическая диагностика листериозной инфекции (учебное пособие) / С.М. Омарова. Махачкала, 2018, с.40.
7. Омарова С.М. Микробиологические аспекты листериозной инфекции беременных и новорожденных / С.М. Омарова, Р.И. Исаева, Р.С. Ахмедова. Махачкала. 2017, с.63.
8. Тартаковский И.С. Листерии: роль в инфекционной патологии человека и лабораторная диагностика / И.С. Тартаковский, В.В. Малеев, С.А. Ермолаева. М., «Медицина для всех», 2002.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bakulov I. A. Listeriosis as a food infection. The question of diagnostics and prevention] / I. A. Bakulov, D. A. Vasiliev. Ulyanovsk, 1991. [in Russian]
2. Dolgikh T. I. Laboratory diagnostics – the basis of information support of the diagnostic process in opportunistic infections] / T. I. Dolgikh. [in Russian]
3. Ermolaeva S. A. Changes in the level of expression of virulence factors of *L. monocytogenes* under the influence of external conditions] / S. A. Ermolaeva, Yu. F. Bely, I. S. Tartakovsky // Molecular-genetic microbiology and virology, 2000; 1: 17-19. [in Russian]
4. Karpova T. I. New methods of identification of *Listeria monocytogenes* [New methods of identification of *Listeria monocytogenes*] / T. I. Karpova, Ermolaeva, I. V. Lopyrev et al. // Klin. Mikrobiol. antimikrob. himioter [Klin. Microbiol. antimicrob. Chemother.]. 2001; 1: 80-81. [in Russian]
5. Karpova T. I. Typing of *Listeria monocytogenes* on the basis of polymorphism of genes of pathogenicity factors] / T. I. Karpova, T. E. Firsova, L. V. Rodina et al. // Klin. Mikrobiol. antimikrob. himioter [Klin. Microbiol. antimicrob. Chemother.]. 2003; 3: 251-258. [in Russian]
6. Omarova S. M. Microbiological diagnostics of listeriosis infection (textbook)] / S. M. Omarova. Makhachkala, 2018, p. 40. [in Russian]
7. Omarova S. M. Microbiological aspects of listeriosis infection in pregnant women and newborns] / S. M. Omarova, R. I. Isaeva, R. S. Akhmedova. Makhachkala. 2017, p. 63. [in Russian]
8. Tartakovsky I. S. Listeria: the role in human infectious pathology and laboratory diagnostics] / I. S. Tartakovsky, V. V. Maleev, S. A. Ermolaeva. M., "Medicine for all", 2002. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.059>**ИЗУЧЕНИЕ ПСИХОМОТОРНЫХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ**

Научная статья

**Пилькевич Н.Б.<sup>1,\*</sup>, Марковская В.А.<sup>2</sup>, Яворская О.В.<sup>3</sup>, Пилькевич Е.А.<sup>4</sup>, Хабибуллин Р.Р.<sup>5</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-7260-4629;<sup>1, 2, 3</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия;<sup>4, 5</sup> Белгородское патологоанатомическое бюро, Белгород, Россия

\* Корреспондирующий автор (pilkevich[at]bsu.edu.ru)

**Аннотация**

Статья посвящена изучению психомоторных качеств у детей с помощью сложных сенсомоторных реакций различения, выбора и реакции на движущийся объект. В исследовании принимали участие слепые и слабовидящие дети младшего школьного возраста. В связи с тем, что двигательные функции являются одним из главных проявлений жизнедеятельности человека и в значительной степени влияют на развитие других систем организма, при их нарушениях создаются неблагоприятные условия для развития психомоторики. Патология приводит к тому, что страдают как внутренние органы и их функции, обеспечивающие индивидуально-биологическое развитие, так и внешние, двигательные, лежащие в основе адаптации к социальной среде. В результате исследования установлено, что мальчики и девочки с нарушениями зрения отстают от своих сверстников по показателям общего числа ошибок, количеству опережений, коэффициенту точности Уиппла, среднему значению времени реакции и числу ошибочных реакций.

**Ключевые слова:** слепые и слабовидящие дети, сенсомоторные реакции, психомоторные качества.**A STUDY OF PSYCHOMOTOR QUALITIES IN PRIMARY SCHOOL AGE CHILDREN WITH VISUAL IMPAIRMENTS**

Research article

**Pilkevich N.B.<sup>1,\*</sup>, Markovskaya V.A.<sup>2</sup>, Yavorskaya O.V.<sup>3</sup>, Pilkevich E.A.<sup>4</sup>, Khabibullin R.R.<sup>5</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-7260-4629;<sup>1, 2, 3</sup> Belgorod State University, Belgorod, Russia;<sup>4, 5</sup> Belgorod Anatomical Pathology Bureau, Belgorod, Russia

\* Corresponding author (pilkevich[at]bsu.edu.ru)

**Abstract**

The article presents an analysis of the psychomotor qualities in children with the help of complex sensorimotor reactions of discrimination, choice, and reaction to a moving object. The study involved blind and visually impaired children of primary school age. Due to the fact that motor functions are one of the main manifestations of human life and significantly affect the development of other body systems. The disturbances of these functions create unfavorable conditions for the development of psychomotor skills. Pathology leads to the damage to internal organs as well as to their functions that provide individual biological development, and external, motor, underlying adaptation to the social environment. As a result, the study found that boys and girls with visual impairments lag behind their peers in terms of the total number of errors, the number of advances, the Whipple precision coefficient, the average reaction time, and the number of erroneous reactions.

**Keywords:** blind and visually impaired children, sensorimotor reactions, psychomotor qualities.**Введение**

Согласно данным первого Всемирного доклада Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) о проблемах зрения, почти 1,3 млрд. человек в мире с различными формами нарушения зрения, в том числе 40 млн. totalmente слепые, из них 1,4 млн. детей лишены зрения [1], [2]. В свою очередь, 40% случаев детской слепоты считаются предотвратимыми [3]. На сегодня слепота и слабовидение – основные причины глазной инвалидности у детей, которая в структуре общей детской патологии занимает пятое место [4]. Распространенность болезней глаза и его придаточного аппарата у детей в Российской Федерации составляет 16,0 на 10 тыс. детского населения [3].

Современное общество характеризуется высокой функциональной нагрузкой на сенсорные системы, что, в свою очередь, влияет на показатели вегетативных функций организма [5].

В связи с тем, что двигательные функции являются одним из главных проявлений жизнедеятельности человека и в значительной степени влияют на развитие других систем организма, при их нарушениях создаются неблагоприятные условия для развития психомоторики. Патология приводит к тому, что страдают как внутренние органы и их функции, обеспечивающие индивидуально-биологическое развитие, так и внешние, двигательные, лежащие в основе адаптации к социальной среде [6], [7], [8].

По мнению И.А. Аршавского [9], жизнь организма, его рост и развитие формируется двигательной активностью. Разная степень гипокинезии в детском возрасте отрицательно влияет на развитие сердечно-сосудистой, нервной, респираторной, эндокринной, иммунной и других систем, опорно-двигательного аппарата, снижает функциональные резервы организма и устойчивость к заболеваниям. С другой стороны, при болезнях, так называемых функциональными, как, например, снижение или отсутствие функции зрительного анализатора, двигательная и адаптивная активность снижены, что не может не влиять на развитие организма человека в целом [10], [11].

Целью исследования являлось изучение психомоторных качеств у детей младшего школьного возраста с нарушениями зрения с помощью сложных сенсомоторных реакций различения, выбора и реакции на движущийся объект.

### Методы и принципы исследования

Проспективное когортное исследование проводили на базе специальной общеобразовательной школы 1-3 уровня для детей с нарушениями зрения № 23 г. Славянска, которая является государственной структурой и занимается реабилитацией детей с нарушениями зрения с 1948 года. В группу сравнения входили школьники общеобразовательной школы № 17 г. Славянска Донецкой области, Украина.

В рамках выполненной работы в исследовании приняли участие 85 детей, а именно 48 мальчиков (56,47%) и 37 девочек (43,52%). Основная группа (табл. 1) - 48 слепых и слабовидящих ребенка (23 мальчика и 25 девочек) и контрольная - 37 (25 мальчиков и 12 девочек) одногруппок с I группой здоровья. В исследование включали детей в возрасте от 7 до 10 лет. Критериями исключения при проведении психодиагностической методики "Реакция на движущийся объект" являлись дети, имеющие остроту зрения на лучший глаз от 0,01 до 0,04 диоптрии.

Таблица 1 – Виды нарушения зрения детей основной группы

Патология		Возраст 7-10 лет	
		Мальчики n=23	Девочки n=25
Степень выраженности миопии	высокая >6 диоптрий	1	3
Поражение роговицы:	микроркорнеа	1	1
Патология хрусталика:	врожденная катаракта		2
	врожденная афакия	5	1
Патология радужки	аниридия		2
Сочетанное поражение сетчатки с зрительным нервом	частичная гипоплазия сетчатки и зрительного нерва	8	3
Поражение зрительного нерва	частичная атрофия		1
	полная атрофия	1	
Поражение сетчатки	гипоплазия	4	3
	частичная гипоплазия	2	4
	хореоретинит		2
Патология глазных яблок	микрофтальм	1	3

Для решения поставленных задач, регистрацию определения времени реакции параметров проводили аппаратно-программным комплексом «НС-ПсихоТест-НЕТ» - НСФТ010999.001ПС 2008 г. – Нейрософт, г. Иваново (Россия) с использованием оперативной системы Windows XP Professional.

Психомоторные качества у обследованных детей, свойства нервных процессов и функциональных состояний оценивали по таким классическим психодиагностическим методикам: "Реакция различения", "Реакция выбора", "Реакция на движущийся объект" [10].

Статистическая обработка осуществлялась на ПК компьютере с помощью пакетов программ Microsoft Excel и Statistic-6. Уровень достоверности различий изучаемых показателей определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Результаты считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Основные результаты

Функциональная подвижность нервных процессов у человека должна рассматриваться как максимально возможная скорость переработки информации разной степени сложности в заданном лимите времени. Она является интегрированным показателем всех скоростных возможностей нервной системы: восприятия сигнала, его анализа, принятия решения, выдачи команды, и тому подобное, что обусловлено не только скоростными процессами в периферической нервной системе, но в том числе и особенностями функционирования центральных корковых структур.

С целью определения подвижности нервных процессов использовали сложную сенсомоторную реакцию различения, которая реализуется на один конкретный стимул из нескольких различных стимулов (табл. 1). Быстрота, точность и высокая концентрированность на выполнении задания вызывают эмоциональное напряжение.

Таблица 2 – Реакция различения у детей младшего школьного возраста с нарушениями зрения

Показатели	Здоровые дети		Дети с нарушениями зрения	
	мальчики (n=25)	девочки (n=12)	мальчики (n=23)	девочки (n=25)
Общее число ошибок, ед.	1,7±0,02	3,7±0,05	2,9±0,04*×	6,8±0,10*
Количество опережений, ед.	1,9±0,02	1,1±0,01	2,1±0,03*×	1,2±0,02*
Коэффициент точности Уиппла, у.е.	0,2±0,01	0,2±0,01	0,1±0,005*	0,1±0,005*
Среднее значение времени реакции, мс	325,3±4,95	303,2±4,61	409,8±6,23*×	381,9±5,81*
Число ошибочных реакций, ед.	0,7±0,01	0,3±0,01	1,5±0,02*×	0,7±0,01*

Примечание: \* – различия достоверны между детьми одного пола ( $p<0,05$ ); × – различия достоверны между детьми с патологией зрения

При исследовании реакции различения у слепых и слабовидящих мальчиков нами установлено, что все показатели были снижены в сравнении с аналогичными показателями здоровых мальчиков аналогичного возраста: общее число ошибок на 41,38% ( $p<0,05$ ), количество опережений на 9,53% ( $p<0,05$ ), коэффициент точности Уиппла в 2 раза ( $p<0,05$ ), среднее значение времени реакции на 25,98% ( $p<0,05$ ) и число ошибочных реакций в 2,14 раза ( $p<0,05$ ).

Анализируя те же показатели, у девочек с нарушениями зрения мы установили, что все показатели были снижены в сравнении с аналогичными показателями здоровых девочек. А именно, общее число ошибок – на 54,41% ( $p<0,05$ ), количество опережений – на 9,09% ( $p<0,05$ ), коэффициент точности Уиппла – в 2 раза ( $p<0,05$ ), среднее значение времени реакции – на 25,97% ( $p<0,05$ ) и число ошибочных реакций – в 1,86 раза ( $p<0,05$ ).

Если сравнивать данные показатели между слепыми и слабовидящими мальчиками и девочками, можно отметить следующее. Общее число ошибок у девочек было ниже, чем у мальчиков, в 2,34 раза ( $p<0,05$ ). Количество опережений и число ошибочных реакций у мальчиков было ниже, чем у девочек, в 1,75 и 2,14 раза ( $p<0,05$ ) соответственно. Показатель коэффициента точности Уиппла у мальчиков и девочек был одинаковым.

Далее, мы оценивали подвижность нервных процессов, с помощью сложной сенсомоторной реакции выбора, при которой на каждый определенный стимул необходимо отвечать конкретным типом реакции. При этом высокое концентрирование внимания, логический компонент принятия решения вызывают психоэмоциональное напряжение, а время и точность выполнения определяют стрессостойкость к изменяющимся условиям среды.

При исследовании реакции выбора у детей с нарушениями зрения нами установлено, что все показатели были снижены в сравнении с показателями здоровых мальчиков аналогичного возраста: общее число ошибок в 5,08 раза ( $p<0,05$ ), среднее значение времени реакции в 1,39 раза ( $p<0,05$ ), коэффициент точности Уиппла в 1,66 раза ( $p<0,05$ ) и число ошибочных реакций в 1,8 ( $p<0,05$ ) раза (табл. 2).

Таблица 3 – Реакция выбора у детей младшего школьного возраста с нарушениями зрения

Показатели	Здоровые дети		Дети с нарушениями зрения	
	мальчики (n=25)	девочки (n=12)	мальчики (n=23)	девочки (n=25)
Общее число ошибок, ед.	2,5±0,03	1,9±0,02	12,7±0,19*×	9,7±0,14*
Коэффициент точности Уиппла, ед.	0,5±0,01	0,4±0,01	0,3±0,01*×	0,2±0,01*
Среднее значение времени реакции, мс	356,5±5,42	340,2±5,17	496,3±7,55*×	473,6±7,20*
Число ошибочных реакций, ед.	11,0±0,16	9,9±0,15	6,1±0,09*×	5,5±0,08*

Примечание: \* – различия достоверны между детьми одного пола ( $p<0,05$ ); × – различия достоверны между детьми с патологией зрения

Анализируя те же показатели у слепых и слабовидящих девочек, мы установили, что у них все показатели хуже, чем у здоровых девочек того же возраста: общее число ошибок в 5,11 раза ( $p<0,05$ ), среднее значение времени реакции в 1,39 ( $p<0,05$ ) раза, коэффициент точности Уиппла и число ошибочных реакций в 2,0 ( $p<0,05$ ) и 1,8 ( $p<0,05$ ) раз соответственно.

Сравнение данных показателей между слепыми и слабовидящими мальчиками и девочками, показало, что все они у мальчиков ниже, чем у девочек. А именно, общее число ошибок – на 30,93 % ( $p<0,05$ ), среднее значение времени реакции – на 4,79 % ( $p<0,05$ ), коэффициент точности Уиппла – в 1,5 раза ( $p<0,05$ ) и число ошибочных реакций – на 10,91 % ( $p<0,05$ ).

Сбалансированность нервных процессов, четкость реагирования, способность к риску, трудоспособность и функциональное состояние ЦНС у слабовидящих детей определяли с помощью сложной сенсомоторной реакции на движущийся объект. Выполнение которой требует сложной обработки сенсорного сигнала центральной нервной системой. Слепые, а также слабовидящие дети, которые не видели красную заливку, этот тест не выполняли.

При исследовании реакции на движущийся объект у слабовидящих мальчиков установлено, что по сравнению с здоровыми детьми, у них были снижены все показатели, а именно среднее время реакции в 7,3 раз ( $p<0,05$ ), число опережений в 23 раза ( $p<0,05$ ), число опозданий и число точечных реакций в 2,9 ( $p<0,05$ ) и 1,9 раз ( $p<0,05$ ) соответственно (табл. 3).

Таблица 4 – Реакция на движущийся объект у детей с нарушениями зрения

Показатели	Здоровые дети		Слабовидящие дети	
	мальчики (n=25)	девочки (n=12)	мальчики (n=20)	девочки (n=22)
Среднее время реакции, мс	15,3±0,76	44,5±2,22	2,1±0,11*×	6,1±0,30*
Число опережений, ед.	0,3±0,01	0,8±0,04	6,9±0,34*×	15,8±0,79*
Число опозданий, ед.	4,0±0,2	2,8±0,14	11,6±0,58*×	8,0±0,4*
Число точных реакций, ед.	16,5±0,82	10,3±0,51	8,5±0,42*×	5,3±0,26*

Примечание: \* – различия достоверны между детьми одного пола ( $p<0,05$ ); × – различия достоверны между детьми с патологией зрения

Анализируя те же показатели у слабовидящих девочек, нами было установлено снижение всех показателей: среднее время реакции в 7,29 раза ( $p<0,05$ ), число опережений в 19,75 раза ( $p<0,05$ ), число опозданий в 2,86 раза ( $p<0,05$ ), число точечных реакций в 1,94 раза ( $p<0,05$ ), соответственно в сравнении со здоровыми девочками данной возрастной группы.

При сравнении данных показателей между слабовидящими мальчиками и девочками, оказалось, что среднее время реакции у мальчиков было ниже, чем у девочек в 2,90 раза ( $p<0,05$ ), число опозданий и число точечных реакций больше в 1,45 и 1,60 раза ( $p<0,05$ ) соответственно. Число опережений у девочек было больше, чем у мальчиков в 2,29 раза ( $p<0,05$ ), что характеризует неуравновешенность нервных процессов.

### Заключение

Таким образом, в результате исследования нами установлено, что мальчики и девочки с нарушениями зрения отстают от своих сверстников по всем показателям реакции различения и реакции выбора и реакции на движущийся объект. Это свидетельствует о неуравновешенности процессов возбуждения и торможения в нервной системе и указывает об особенностях нарушения психомоторного статуса слепых и слабовидящих детей, что требует коррекции этих показателей за счет улучшения качеств двигательной сферы, которая включает комплекс двигательных умений, навыков и автоматизма.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Bourne R. RA. Vision Loss Expert Group. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis / R. RA. Bourne, S. R. Flaxman, T. Braithwaite et al. // Lancet Glob Health. – 2017. – Vol. 5(9). – P. 888-97.
2. Fricke T. R. Global Prevalence of Presbyopia and Vision Impairment from Uncorrected Presbyopia: Systematic Review, Meta-analysis, and Modelling / T. R. Fricke, N. Tahhan, S. Resnikoff et al. // Ophthalmology. – 2018. – Vol. 125(10). – P. 1492-1499. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.04.013.
3. Волкова Л. П. Современная организация охраны зрения детей. Профилактика миопии как болезни регуляции. / Л. П. Волкова // Российская детская офтальмология. – 2020. – № 1. – С. 5-13.
4. Козлов С. И. Структура и уровень первичной инвалидности у детей в различном возрасте в Российской Федерации в 2004-2008 гг. / С. И. Козлов // II Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. Москва. – 2010. – № 2. – С. 101-103.
5. Крыжановский Г. Н. Нейроиммуноэндокринные взаимодействия в норме и патологии / Г. Н. Крыжановский, И. Г. Акмаев, С. В. Мамаева и др. – М.: Мед. кн., 2010. – 287 с.
6. Анохина И. А. Индивидуальный подход в физкультурно-оздоровительной работе ДОУ: Методические рекомендации. / И. А. Анохина – Ульяновск: УИПКПРО, 2006. – 49 с.
7. Евсеева О. Э. Основные подходы и особенности совершенствования двигательной деятельности лиц с нарушением зрения в России / О. Э. Евсеева, А. А. Шелехов, И. Г. Ненахов // Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2018. – №. 9 – С. 163.
8. Сергеева В. Н. Повышение двигательной активности детей 5-6 лет с нарушением зрения в условиях образовательного учреждения / В. Н. Сергеева // Методологические проблемы педагогики физической культуры. – 2019. – С. 177-179.
9. Аршавский И. А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И. А. Аршавский. – М.: Медицина; 1982. – 270 с.
10. Дичко В. В. Педагогічні засади корекційного навчання руховим діям школярів з порушенням зору [навчальний посібник] / В. В. Дичко. – К.; 2007. – 112 с.
11. Пилькевич Н.Б. Изучение силы нервной системы у детей младшего школьного возраста с патологией зрения / Н. Б. Пилькевич // Материалы IX международной науч.-практ. конф. «Новости научных идей - 2013» – Прага. Издательский дом «Образование и наука». – 2013. – Т. 18. – С. 22-24.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bourne R. RA. Vision Loss Expert Group. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis / R. RA. Bourne, S. R. Flaxman, T. Braithwaite et al. // Lancet Glob Health. – 2017. – Vol. 5(9). – P. 888-97.

2. Fricke T. R. Global Prevalence of Presbyopia and Vision Impairment from Uncorrected Presbyopia: Systematic Review, Meta-analysis, and Modelling / T. R. Fricke, N. Tahhan, S. Resnikoff et al. // *Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 125(10). – P. 1492-1499. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.04.013.
3. Volkova L. P. Sovremennaja organizacija ohrany zrenija detej. Profilaktika miopii kak bolezni reguljacii. [Modern organization of children's vision protection. Prevention of myopia as a regulation disease] / L. P. Volkova // *Rossijskaja detskaja oftal'mologija*. – 2020. – № 1. – P. 5-13 [in Russian]
4. Kozlov S. I. Struktura i uroven' pervichnoj invalidnosti u detej v razlichnom vozraste v Rossijskoj Federacii v 2004-2008 gg. [The structure and level of primary disability in children of different ages in the Russian Federation in 2004-2008] / S. I. Kozlov // *II Vestnik Vserossijskogo obshhestva specialistov po mediko-social'noj jekspertize, reabilitacii i reabilitacionnoj industrii*. Moskva. – 2010. – № 2. – P. 101-103 [in Russian]
5. Kryzhanovsky G. N. Nejroimmunojendokrinnye vzaimodejstvija v norme i patologii [Neuro-immunoendocrine interactions in health and disease] / G. N. Kryzhanovsky, I. G. Akmaev, S. V. Mamaeva et al. – M.: Med. Kn, 2010, – 287 p. [in Russian]
6. Anokhina I. A. Individual'nyj podhod v fizkul'turno-ozdorovitel'noj rabote DOU: Metodicheskie rekomendacii [An individual approach in physical culture and health improvement work of a preschool educational institution: Methodical recommendations] / I. A. Anokhina. – Ul'janovsk: UIPK-PRO, 2006, – 49 p. [in Russian]
7. Evseeva O. E. Osnovnye podhody i osobennosti sovershenstvovaniya dvigatel'noj dejatel'nosti lic s narusheniem zrenija v Rossii [The main approaches and features of improving the motor activity of persons with visual impairment in Russia] / O. E. Evseeva, A. A. Shelekhov, I. G. Nenakhov // *Uchenye zapiski universiteta im. PF Lesgafta*. – 2018. – №. 9 – P. 163. [in Russian]
8. Sergeeva V. N. Povyshenie dvigatel'noj aktivnosti detej 5-6 let s narusheniem zrenija v uslovijah obrazovatel'nogo uchrezhdenija [Increase of motor activity of 5-6 year old children with visual impairment in the conditions of an educational institution] / V. N. Sergeeva // *Metodologicheskie problemy pedagogiki fizicheskoy kul'tury*. – 2019. – P. 177-179. [in Russian]
9. Arshavsky I. A. Fiziologicheskie mehanizmy i zakonovernosti individual'nogo razvitija [Physiological mechanisms and patterns of individual development] / I. A. Arshavsky. – M.: Medicina, 1982, – 270 p. [in Russian]
10. Dichko V. V. Pedagogichni zasadi korekciynogo navchannja ruhovim dijam shkoljariv z porushennjam zoru [navchal'nij posibnik] [Pedagogical principles of correctional training for motor actions of visually impaired students [textbook]] / V. V. Dichko – K., 2007, – 112 p. [in Ukrainian]
11. Pilkevich N. B. Izuchenie sily nervnoj sistemy u detej mladshego shkol'nogo vozrasta s patologiej zrenija [Study of the strength of the nervous system in primary school children with visual pathology] / N. B. Pilkevich // *Materialy IX mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. «Novosti nauchnyh idej - 2013»* – Praga. Obrazovanie i nauka. – 2013. – Vol. 18. – P. 22-24. [in Russian]



DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.060>**ФАКТОРЫ РИСКА ИЗБЫТОЧНОГО ВЕСА И ОЖИРЕНИЯ СРЕДИ МОЛОДЁЖИ ТАДЖИКИСТАНА**

Научная статья

**Пирматова М.А.<sup>1,\*</sup>, Пирматова Т.А.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8312-5815;<sup>1,2</sup> Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино, Душанбе, Таджикистан

\* Корреспондирующий автор (mahina-f.s[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье приведены данные о частоте выявления избыточного веса и ожирения среди 550 лиц (52% лиц мужского и 48% женского полов) молодого возраста (19-29 лет). В процессе исследования выявлено 20,1% человек, имеющих избыточный вес, среди которых лица с ожирением составили 2,3%. Среди факторов риска, способствующих развитию данной патологии, выделяют условия жизни (в частности, малоподвижный образ жизни), характер питания (избыточное употребление фаст-фуда, хлебобулочных, сахаросодержащих и др. продуктов), а также психоэмоциональное состояние современной молодёжи, среди которых были выявлены, субклинические проявления у 61 (55,3%) человека и у 32 (29%) опрошенных, признаки выраженной тревоги и депрессии.

**Ключевые слова:** молодёжь, ожирение, избыточный вес, факторы риска.**RISK FACTORS FOR OVERWEIGHT AND O, BESITY IN TAJIKISTAN YOUTH**

Research article

**Pirmatova M.A.<sup>1,\*</sup>, Pirmatova T.A.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8312-5815;<sup>1,2</sup> Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Tajikistan

\* Corresponding author (mahina-f. s[at]mail.ru)

**Abstract**

The article presents data on the frequency of detection of overweight and obesity among 550 people (52% of men and 48% of women) of young age (19-29 years old). The research identified 20.1% of overweight people, among whom 2.3% were obese. Among the risk factors contributing to the development of this pathology are living conditions (in particular, a sedentary lifestyle), the nature of nutrition (excessive consumption of fast food, bakery, sugar-containing products, etc.) as well as the psycho-emotional state of today's youth, 61 (55.3%) of which demonstrated asymptomatic manifestations while 32 (29%) respondents showed signs of severe anxiety and depression.

**Keywords:** youth, obesity, overweight, risk factors.**Введение**

Одной из актуальных проблем современного здравоохранения, в том числе и в республике Таджикистан - является проблема лишнего веса среди населения, особенно лиц молодого возраста [2, С.250-256], [10, С.137-150]. Официальный статус заболевания, «ожирение» получило лишь в 2013 году, когда специалисты Всемирной организации здравоохранения проявили обеспокоенность печальной статистикой [3, С.111-117]. Совсем недавно, считалось, что избыточный вес и ожирение наблюдается среди населения, живущих в странах с высоким уровнем доходов [1, С.121-126]. Однако, по данным статистики на сегодняшний день насчитывается около 1,5 млрд. людей с данной патологией, встречающаяся преимущественно у лиц, проживающих в развивающихся странах [4], [5, С.571-579].

Наиболее частые причины избыточного веса, среди населения, ассоциируют с нарушениями функционирования внутренних органов - желудка, поджелудочной железы, печени, тонкого и толстого кишечника, развивающиеся чаще на фоне неправильного питания (дешевых высококалорийных продуктов питания), гиподинамии (стремительный рост технологического прогресса – замена рабочего труда, автоматизацией), а также других социальных факторов [8], [7, С.39-42]. Но также на массу тела оказывают влияние огромное количество факторов, таких как возраст, пол, генетические, психологические, экономические, а также образ жизни и окружающая среда [6, С.709-757], [9, С.41-42].

В связи с этим проблема избыточного веса, актуальна как среди взрослого поколения, так и среди молодёжи, в частности изучения факторов риска среди молодежи с учётом влияния современного мира.

Цель исследования: оценить влияние возможных факторов риска, способствующие развитию избыточного веса и ожирения среди молодёжи.

**Методы и принципы исследования**

В исследовании участвовало – 550 мужчин и женщин, в возрасте от 19 до 27 лет, среди студентов и молодых преподавателей высших учебных заведений города Душанбе. Обследование проводилось методом анкетирования, включающее в себя параметры веса, роста, объёма талии и бедер, опроса образа жизни, характера питания и объёма физических нагрузок. С помощью собранных антропометрических данных, был рассчитан индекс массы тела, показатель, позволяющий оценить степень соответствия массы и роста человека, тем самым, косвенно, оценить, является ли масса респондентов недостаточной, нормальной или избыточной. Критерием исключения явились лица, имеющие в анамнезе хронические заболевания, а также принимающие лекарственные препараты, способствующие развитию избыточного веса. Также проводили оценку нервно-психических расстройств по Шкале HADS, разработанной в 1983 году учеными - Zigmond A.S. и Snaith R.P., с определением уровня тревоги (часть 1) и депрессии (часть 2). Шкала HADS характеризуется подсчетом суммы баллов, где от 0 до 7 – наблюдается достоверное

отсутствие выраженных проявлений, от 8 до 10 баллов – субклинически выраженная симптоматика, от 11 и более – выраженные клинические проявления тревоги и депрессии.

### Основные результаты и обсуждения

В ходе обработки полученных данных выявилось, среди 550 человек 286 (52%) лиц мужского пола и 264 (48%) женского пола. Средний возраст опрошенных, составил  $22,6 \pm 0,18$  года. По результатам подсчёта ИМТ было выявлено, что из 550 человек имеют недостаточную массу тела 78 (15,6%) человек, у 361 (65,6%) вес соответствовал норме; у 98 (17,8%) обнаружен избыточный вес и у 13 (2,3%) наблюдалось ожирение 1 степени. В результате анкетирования определился и характер питания молодёжи, данные которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характер питания обследуемых лиц

Наименования	Фаст-фуд		Хлебобулочные изделия		Сахаросодержащие	
	п	%	п	%	п	%
каждый день	40	7,3	429	78,0	158	28,7
2-3 раза в неделю	202	36,7	84	15,3	293	53,3
2-3 раза в месяц	238	43,3	15	2,7	73	13,3
не употребляют	70	12,7	22	4,0	26	4,7

Как видно из таблицы, анализ данных подтверждает наличие избыточного употребления фаст-фуд и различных мучных изделий, в том числе хлебобулочных в рационе питания. То же самое и в отношении сахаросодержащих продуктов, что является неотъемлемой частью питания молодёжи. Сахаросодержащие продукты, в виде рафинада и различных шоколадных изделий в каждодневном рационе присутствуют у 158 (28,7%) опрошенных; 2-3 раза в неделю – у 293 (53,3%) человек. Сладкие газированные напитки 2-3 раза в неделю выпивают – 257 (46,7%) лиц и 2-3 раза в месяц могут себе позволить 136 (24,7%) опрошенных.

Лица, имеющие избыточный вес и ожирение, были выделены в отдельную группу, состоящую из 111 (20,1%) человек, среди которых были 82 женщины и 29 мужчин. Изучив, их рацион питания было выявлено, что среди них большинство, питаются фаст-фудом 2-3 раза в неделю. А хлебобулочные и другие мучные продукты едят каждый день 91 (81,6%) человек. Сахаросодержащими продуктами, в виде рафинада и различных шоколадных изделий, любят полакомиться 2-3 раза в неделю 85 (76,3%) опрошенных, 50 (45%) респондентов употребляют сладкие газированные напитки не реже 2-3 раз в неделю. Данные приведены в таблице №2.

Таблица 2 – Характер питания у лиц с избыточным весом и ожирением

Частота	Фаст-фуд		Хлебобулочные изделия		Сахаросодержащие продукты		Сладкие газ.напитки	
	п	%	п	%	п	%	п	%
каждый день	18	15,8	91	81,6	38	34,2	23	21,1
2-3 раза в неделю	41	36,8	6	5,3	47	42,1	50	44,7
2-3 раза в месяц	41	36,8	6	5,3	18	15,8	26	23,7
не употребляют	12	10,8	9	7,9	9	7,9	12	10,8

Кроме того, в процессе опроса было выяснено, что респонденты, имеющие избыточный вес и ожирение злоупотребляют алкогольными напитками, в частности солодосодержащими, не реже 2 раз в месяц (18 (15,8%) человек).

Анализ данных, показывает, что каждый день ходят пешком 99 (89,5%) опрошенных, из них 53 (47,4%) человека проходят менее 3-х км в день, а 38 (34,2%) – от 3 до 7 км. Однако, по мнению самих респондентов о ведении малоподвижного образа жизни и от хронического недосыпания, страдают лишь – 23 (21%) и 44 (39,5%) опрошенных, соответственно.

По итогам анкетирования, было также изучено психоэмоциональное состояние опрошенных лиц, страдающих избыточным весом и ожирением по шкале NADS, с последующим подсчётом баллов на наличие тревоги и депрессии. В результате были выявлены, субклинические проявления – у 61 (55,3%) человека, а 32 (29%) опрошенных находятся в состоянии выраженной тревоги и депрессии. Однако все респонденты опровергают получение дополнительной медицинской помощи, а также приём каких-либо лекарственных препаратов.

### Заключение

Таким образом, комплексное воздействие условий жизни, характера питания, психоэмоционального состояния современной молодёжи, являются факторами риска развития избыточного веса и ожирения среди лиц молодого возраста. Наряду, с этим хотелось бы усилить меры профилактики, путём агитирования здорового образа жизни и проведения просветительных работ по борьбе с данной патологией.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Список литературы / References**

1. К вопросу о роли ЗОЖ и отсутствия вредных привычек у юношей допризывного возраста / Н.С. Коломийцева [и др.] // Связи с общественностью в спорте: образование, тенденции, международный опыт: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф., 3 апреля 2014 г., г. Краснодар. Краснодар. - 2014. - С. 121–126
2. Джумагазиев А.А. Проблема ожирения у детей в современном мире: реалии и возможные пути решения / А.А. Джумагазиев, Д.А. Безрукова, М.В. Богданьянц // Вопросы современной педиатрии. - 2016. - Т. 15, № 3. - С. 250–256.
3. Association between obesity and parental weight status in children and adolescents / M. Bahreynian [et al.] // J Clin Res Pediatr Endocrinol. - 2017. - 9(2). - P. 111–117. doi: 10.4274/jcrpe.3790.
4. Солнцева А.В. Значение факторов семейного воспитания в формировании избыточной массы тела у детей / А.В. Солнцева // Здравоохранение (Минск). — 2015. — № 2 — С. 56–61.
5. Arroyo-Johnson C. Obesity epidemiology worldwide/ C. Arroyo-Johnson, K.D. Mincey // Gastroenterol Clin North Am. - 2016. - №45(4) - P. 571–579. doi: 10.1016/j.gtc.2016.07.012.
6. Pediatric obesity — assessment, treatment, and prevention: an Endocrine Society Clinical Practice guideline / D.M. Styne [et al.] // J Clin Endocrinol Metab. - 2017. - №102(3). - P. 709–757 .doi: 10.1210/jc.2016-2573.
7. Палладина О.Л. Формирование здорового образа жизни у школьников с избыточной массой тела и ожирением / О.Л.Палладина // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. - 2013. - № 3 - С. 39-42.
8. Гигиеническая оценка распространенности избыточной массы тела и ожирения у младших школьников / Е.А. Цукарева и др. // г. Смоленска. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. - 2018. - Т. 17. № 2. - 41с.
9. Горюнова М.В. Анализ распространенности избыточного веса тела и ожирения молодежи г. Симферополь / М.В. Горюнова, Е.В. Вдовиченко, Е.В. Сарчук // Medical Sciences «Colloquium-Journal». - 2019. - №9-3(33). - С. 41-42.
10. Касимов Р.А. Избыточная масса тела как фактор риска заболеваемости населения территорий/ Р.А. Касимов., А.И. Попугаев, Л.Е. Недосекина // Проблемы Развития Территории. - 2016. - №3(83). - С. 137-150.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. K voprosu o roly ZOJ I otsutstviya vrednih previchek u yonoshei doprizivnogo vozrasta [To the question of the role of healthy lifestyle and the absence of bad habits in young men of pre-conscription age] / N.S. Colomiiceva et al. // Svayzi s obshestvennostyu v sporte: obrazovanie, tendencii, mejdunarodnii opit: materiali VI Vseros. Nauch.-pract. Conf. [Public relations in sports: education, trends, international experience: materials of the VI All-Russian Scientific and practical conference], 3 apr. 2014, Krasnodar. Krasnodar. - 2014. - P. 121–126. [in Russian]
2. Djumagaziev A.A. Problema ojireniya u detei v sovremennom mire: realii I vozmojnie puti resheniya [The problem of obesity in children in the modern world: realities and possible solutions] / A.A. Djumagaziev, D.A. Bezrukova, M.V. Bogdanyac // Voprosi sovremennoi pediatrii [Questions of modern pediatrics]. - 2016. - Vol. 15, № 3. - P. 250–256. [in Russian]
3. Association between obesity and parental weight status in children and adolescents / M. Bahreynian [et al.] // J Clin Res Pediatr Endocrinol. - 2017. - 9(2). - P. 111–117. doi: 10.4274/jcrpe.3790.
4. Solnceva A.V. Znachenie factorov semeinogo vospitaniya v formirovanii izbitochnoi massi tela u detei [The importance of family upbringing factors in the formation of overweight in children] / A.V. Solnceva // Zdravooohranenie (Minsk) [Health (Minsk)]. — 2015. — № 2 — P. 56–61. [in Russian]
5. Arroyo-Johnson C. Obesity epidemiology worldwide / C. Arroyo-Johnson, K.D. Mincey // Gastroenterol Clin North Am. - 2016. - №45(4) - P. 571–579. doi: 10.1016/j.gtc.2016.07.012.
6. Pediatric obesity — assessment, treatment, and prevention: an Endocrine Society Clinical Practice guideline / D.M. Styne [et al.] // J Clin Endocrinol Metab. - 2017. - №102(3). - P. 709–757 .doi: 10.1210/jc.2016-2573.
7. Paladina O.L. Formirovanie zdorovogo obraza jizni u shkolnikov s izbitochnoi massoi tela I ojireniem [Formation of a healthy lifestyle among schoolchildren with overweight and obesity] / O.L. Paladina // Pedagogika, psihiligiya, I mediko-biologicheskie problem fizicheskogo zdoroviya I sporta [Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sports]. - 2013. - № 3 - P. 39-42. [in Russian]
8. Gigenicheskaya ocenka rasprostranennosti izbitochnoi massi tela I ojireniya u mladshih shkolnikov g. Smolenska [Hygienic assessment of the prevalence of overweight and obesity in primary school children] / E.A. Cukareva et al. // Vestnic Smolenskoj gosudarstvennoi medicinskoi acadimii [Smolensk. Bulletin of the Smolensk state medical Academy]. - 2018. - Vol. 17. № 2. - 41 p. [in Russian]
9. Gorunova M.V. Analiz rasprostranennosi izbitochnogo vesa tela I ojireniya molodtji g.Simferopol [Analysis of the prevalence of overweight and obesity among young people in Simferopol] / M.V.Gorunova, E.V.Vdovichenko, E.V. Sarchuk // Medical Sciences «Colloquium-Journal». - 2019. - №9-3(33). - P. 41-42. [in Russian]
10. Kasimov R.A. Izbitochnaya massa tela kak factor riska zaboлеваemosti naseleniya teretorii [Excess body weight as a risk factor for morbidity in the population of the territories] / R.A. Kasimov, A.I. Popugaev, L.E. Nedosekina // Problemi razvitiya territorii [Problems of Territory Development]. - 2016. - №3(83). - P. 137-150. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.061>

# ЭНДОСКОПИЧЕСКИЕ ГЕРНИОПЛАСТИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫМИ ГРЫЖАМИ ПЕРЕДНЕЙ БРЮШНОЙ СТЕНКИ: ОБОСНОВАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Научная статья

Ромашенко П.Н.<sup>1</sup>, Семенов В.В.<sup>2</sup>, Прудьева С.А.<sup>3,\*</sup><sup>1, 2, 3</sup> Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

\* Корреспондирующий автор (sofia.prudieva[at]yandex.ru)

## Аннотация

Лечение больных послеоперационными вентральными грыжами является одной из актуальных и сложных проблем в общехирургической практике. Цель исследования: обосновать клиническую целесообразность и оценить экономический эффект эндовидеохирургических герниопластик у больных послеоперационными вентральными грыжами. Изучены результаты лечения 374 больных послеоперационными вентральными грыжами, оперированных в клинике в период с 2015 по 2020 гг. Традиционная (открытая) герниопластика выполнена 205 больным: 1) с использованием методики onlay 67 пациентам, 2) inlay - 12, 3) sublay - 126. Эндоскопическим способом прооперировано 169 больных: 1) лапароскопически с использованием IPOM-герниопластики (intraperitoneal onlay mesh) 153 пациента; 2) по методике eTER (enhanced view total extraperitoneal plasty) - 16. Гнойные осложнения после устранения больших послеоперационных вентральных грыж развились у 14 (3,7%) больных на фоне метаболического синдрома. Рецидивы грыж диагностированы у 5 (2,4%) больных после традиционных и у 1 больного (0,6%) после эндовидеохирургического вмешательства eTER-TAR. Установлено, что по всем критериям, за исключением характера оперативного вмешательства и расходного имущества открытые герниопластики коррелировали с эндоскопическими. Однако частота инфекционно-воспалительных осложнений была достоверно выше после традиционных вмешательств (5,9%) по сравнению с эндоскопическими герниопластиками (1,2%), что способствовало увеличению продолжительности стационарного лечения больных и негативно сказывалось на последующей оплате лечения больных в системе ОМС. Выводы: эндовидеохирургическая герниопластика у больных послеоперационными вентральными грыжами сопровождается меньшим числом периоперационных осложнений и рецидивов заболевания. При этом, eTER герниопластика выгодно отличается от IPOM отсутствием необходимости использования дорогостоящего расходного имущества, однако технически является более трудоемким вмешательством. Поэтому необходимо проведение заказных централизованных исследований, по результатам которых будет изменен КСГ «Оперативное лечение грыжи передней брюшной стенки» с целью стимуляции лечебных учреждений к увеличению доли эндоскопических герниопластик при оказании хирургической помощи в системе ОМС.

**Ключевые слова:** малоинвазивная хирургия, эндоскопическая герниопластика, экономическая целесообразность, IPOM и eTER.

## ENDOSCOPIC HERNIOPLASTY IN PATIENTS WITH POSTOPERATIVE ANTERIOR ABDOMINAL WALL HERNIA: A JUSTIFICATION OF SURGICAL APPROACH AND COST-EFFECTIVENESS

Research article

Romashchenko P.N.<sup>1</sup>, Semenov V.V.<sup>2</sup>, Prudieva S.A.<sup>3,\*</sup><sup>1, 2, 3</sup> S. M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

\* Corresponding author (sofia.prudieva[at]yandex.ru)

## Abstract

Treatment of patients with postoperative ventral hernias is one of the most urgent and complex problems in general surgical practice. The aim of the study is to substantiate the clinical feasibility and evaluate the economic effect of endovideosurgical hernioplasty in patients with postoperative ventral hernias. The study assesses the results of treatment of 374 patients with postoperative ventral hernias operated in the clinic in the period from 2015 to 2020. Traditional (open) hernioplasty was performed in 205 patients: 1) using the onlay method for 67 patients, 2) inlay in 12, 3) sublay in 126 patients. 169 patients were operated on endoscopically: 1) laparoscopically using IPOM-hernioplasty (intraperitoneal onlay mesh) 153 patients; 2) via eTER (enhanced view total extraperitoneal plasty) - 16. Purulent complications after the removal of large postoperative ventral hernias developed in 14 (3.7%) patients against the background of metabolic syndrome. Recurrences of hernias were diagnosed in 5 (2.4%) patients after the traditional methods and in 1 patient (0.6%) after endovideosurgical eTER-TAR intervention. It was found that open hernioplasty correlated with endoscopic hernioplasty according to all criteria, except for the nature of the surgical intervention and expendable property. However, the frequency of infectious and inflammatory complications was significantly higher after traditional interventions (5.9%) compared to endoscopic hernioplasty (1.2%), which contributed to an increase in the duration of inpatient treatment and negatively affected the subsequent payment for treatment of patients in the Federal Compulsory Medical Insurance system. Conclusions: endovideosurgical hernioplasty in patients with postoperative ventral hernias is accompanied by a lower number of perioperative complications and relapses of the disease. At the same time, eTER hernioplasty compares favorably with IPOM due to the absence of the need to use expendable property; however, technically it is a more time-consuming intervention. Therefore, it is necessary to conduct external centralized studies, according to the results of which the "Surgical Treatment of Anterior Abdominal Wall Hernia" DRG will be changed in order to stimulate medical institutions to increase the share of endoscopic hernioplasty in the provision of surgical care in the Federal Compulsory Medical Insurance system.

**Keywords:** minimally invasive surgery, endoscopic hernioplasty, economic feasibility, IPOM and eTER.

## Введение

Послеоперационные вентральные грыжи одна из наиболее распространенных патологий в общехирургических стационарах и занимает второе место после паховых грыж. Частота развития грыж после плановых оперативных вмешательств колеблется в пределах 20-25%. После экстренных лапаротомий, особенно в условиях распространенного перитонита, частота послеоперационных грыж передней брюшной стенки возрастает до 45-50%. Выбор адекватного варианта герниопластики является залогом быстрого восстановления пациента после операции и отсутствием рецидива заболевания в отдаленном послеоперационном периоде. Это становится особенно актуальным при устранении рецидивных послеоперационных грыж, где хирургу приходится сталкиваться с рубцово-измененными компрометированными тканями с заведомо сниженными репарационными характеристиками. Кроме того, зачастую хирургу приходится сталкиваться с возрастными пациентами, коморбидность которых заставляет искать новые решения в хирургической тактике, особенно у лиц с метаболическим синдромом. Появление в конце XX века лапароскопических, а затем внедрение во второй декаде XXI века полностью предбрюшинных эндоскопических методик герниопластики способствовало уменьшению количества периоперационных осложнений и улучшению качества жизни больных. Поэтому эндовидеохирургическая герниопластика входит в стандарты большинства отечественных и зарубежных клинических рекомендаций как возможная операция выбора у пациентов с послеоперационными вентральными грыжами. Однако, несмотря на бесспорные положительные стороны данных операций, эндовидеохирургические герниопластики выполняются далеко не в каждом профильном медицинском учреждении. Причинами тому являются как дополнительные экономические затраты на расходное имущество, так и необходимость прохождения хирургами определенной «кривой обучения», что на этапе освоения методики сопровождается увеличением длительности операции и анестезии. Данные трудности заставляют многих специалистов подчас необоснованно отказываться от освоения новых методик, несмотря на большую экономическую целесообразность эндоскопических операций по поводу послеоперационных вентральных грыж в руках опытных хирургов после стандартизации методики малоинвазивной герниопластики.

Цель исследования: обосновать клиническую целесообразность и оценить экономический эффект эндовидеохирургических герниопластик у больных послеоперационными вентральными грыжами.

## Материал и методы

Изучены результаты лечения 374 больных послеоперационными вентральными грыжами, оперированных в клинике в период с 2015 по 2020 гг. Традиционная (открытая) герниопластика выполнена 205 больным:

1) с использованием методики onlay 67 пациентам,

2) inlay - 12,

3) sublay - 126.

Эндоскопическим способом прооперировано 169 больных:

1) лапароскопически с использованием IPOM-герниопластики (intraperitoneal onlay mesh) 153 пациента;

2) по методике eTEP (enhanced view total extraperitoneal plasty) - 16.

При оценке экономического эффекта использована система оплаты по полису обязательного медицинского страхования (ОМС), которая включала стоимость лечения нозологии по медико-экономическому стандарту (МЭС) «Послеоперационная вентральная грыжа», а также клинико-статистических групп (КСГ) анестезии, оперативного вмешательства и лечения, при необходимости, в палате интенсивной терапии.

С целью стратификации больных послеоперационными вентральными грыжами, использована классификация Европейского Общества Герниологов (EHS – European Hernia Society) 2009 года и рекомендуемая в национальных отечественных клинических рекомендациях 2017 года. По локализации и размеру грыжевых ворот (в соответствии с классификацией EHS) у больных обеих групп были диагностированы: малые срединные грыжи - у 65 %, средние срединные у 15%, большие срединные грыжи у 7%, боковые малые грыжи у 3%, средние срединные грыжи у 6%, средние боковые грыжи у 4% пациентов. Распределение пациентов по группам было рандомизированным, контрольная (пациенты, которым выполнялась традиционная герниопластика) и основная (эндовидеохирургически оперированные больные) группы наблюдения были полностью сопоставимы.

У всех без исключения пациентов проводилась периоперационная антибиотикопрофилактика (ПАП) по принятой протокольной схеме (цефалоспорины 1 поколения однократно парентерально за полчаса до операции с последующим повторным введением в случае продолжительности операции более 3-х часов). Операции в обеих группах наблюдений проводились под общей комбинированной анестезией.

## Результаты

Инфекционно-воспалительные осложнения после устранения больших послеоперационных вентральных грыж развились у 14 (3,7%) больных на фоне метаболического синдрома (ожирение II-III степени, сахарный диабет 2 типа). Нагноение в области сетчатого имплантата диагностировано у 12 пациентов (5,9%), оперированных традиционно по методике onlay (n=10) и sublay (n=2), а после эндоскопической герниопластики - у 2 больных (1,2%): по одному случаю после лапароскопической IPOM герниопластики и после eTEP в комбинации с TAR-пластикой (transversus abdominis muscle release). Все пациенты после купирования воспалительных осложнений были выписаны в удовлетворительном состоянии. Время госпитализации для больных, оперированных традиционным способом, составило в среднем  $11,5 \pm 1,5$  дня, а для пациентов, перенесших эндовидеохирургическое вмешательство -  $3,5 \pm 1,2$  дня ( $p < 0,05$ ).

Средний срок наблюдения за пациентами составил 3 года. Отдаленные результаты оперативных вмешательств удалось отследить у 332 пациентов (88,8%): 183 (89,3%) после традиционных и 149 (88,2%) после эндоскопических герниопластик. Рецидивы грыж диагностированы у 5 (2,4%) больных после традиционных и у 1 больного (0,6%) после эндовидеохирургического вмешательства eTEP-TAR. Ретроспективный анализ показал, что причинами рецидивов

грыжеобразования были инфекционно-воспалительные осложнения и несоблюдение рекомендаций по ограничению физической нагрузки в раннем послеоперационном периоде. Ретроспективный анализ показал, что характер трудовой деятельности не влиял на процент рецидивов грыж передней брюшной стенки в том случае, если пациентом четко выполнялись рекомендации при выписке из стационара.

При оценке экономического эффекта использована система оплаты по полису обязательного медицинского страхования (ОМС), которая включала стоимость лечения нозологии по медико-экономическому стандарту (МЭС) «Послеоперационная вентральная грыжа», а также клинико-статистических групп (КСГ) анестезии, оперативного вмешательства и лечения, при необходимости, в палате интенсивной терапии. Установлено, что все критерии, за исключением характера оперативного вмешательства и стоимости расходного имущества были одинаковыми в обеих группах наблюдений. Однако частота инфекционно-воспалительных осложнений была достоверно выше после традиционных вмешательств (5,9%) по сравнению с эндоскопическими герниопластиками (1,2%), что способствовало увеличению продолжительности стационарного лечения больных в среднем на 7 койко-дней и негативно сказывалось на последующей оплате лечения больных из средств территориального фонда ОМС за счет превышения средних допустимых сроков госпитализации, определенных в КСГ для конкретной нозологии. Стоимость материалов для лапароскопической герниопластики IPOM, с учетом использования имплантатов и герниостеплера отечественных производителей, составила в среднем 21500 рублей, что составляло значимую часть от окончательной суммы завершеного случая лечения, оплачиваемой из средств территориального фонда ОМС (59,2% от стоимости лечения), несмотря на более высокие тарифы оплаты в КСГ при выполнении лапароскопического вмешательства. Для открытого вмешательства данный показатель составил 1500 рублей (4,1% от стоимости лечения в системе ОМС). eTEP герниопластика не требовала специализированного расходного имущества, а стоимость вмешательства увеличивалась в основном за счет амортизации эндовидеохирургического оборудования. При этом трудоспособность больных после малоинвазивных операций восстанавливалась в среднем на  $9,3 \pm 2,5$  дня раньше ( $p < 0,05$ ), чем после открытого вмешательства у лиц, что также экономически позитивно отражалось на средней ежемесячной заработной плате пациентов и снижало показатели нетрудоспособности для работодателей. Таким образом, работающие пациенты, ведущие активный образ, гораздо раньше возвращались к труду. Однако данный факт не учитывается в настоящее время при оплате лечения больных в системе ОМС.

### Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что эндовидеохирургическая герниопластика у больных послеоперационными вентральными грыжами сопровождается меньшим числом периоперационных осложнений, а, следовательно, и рецидивов заболевания и более ранним восстановлением трудоспособности. Достоверное снижение числа инфекционно-воспалительных осложнений значительно сокращает сроки госпитализации больных, прооперированных эндоскопически, что в свою очередь позволяет своевременно выписать пациента в установленные территориальным фондом ОМС сроки госпитализации, исключив перерасход денежных средств, выделенных на лечение больных по МЭС «Послеоперационная вентральная грыжа». Эндоскопическая eTEP герниопластика выгодно отличается от лапароскопической IPOM отсутствием необходимости в использовании дорогостоящего расходного имущества, однако технически является более трудоемким вмешательством. Следовательно, есть необходимость проведения заказных централизованных исследований, по результатам которых будет изменен КСГ «Оперативное лечение грыжи передней брюшной стенки» с целью стимуляции лечебных учреждений к увеличению доли эндоскопических герниопластик при оказании хирургической помощи в системе ОМС.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Ansari M.M. Surgical preperitoneal space: holy plane of dissection between transversalis fascia and preperitoneal fascia for TEPP inguinal hernioplasty / M.M. Ansari // *MOJ Surg.* – 2018. – Vol. 6, N1. – P. 26-33.
2. Awaiz A. Meta-analysis and systematic review of laparoscopic versus open mesh repair for elective incisional hernia / A. Awaiz, F. Rahman, M. B. Hossain et al. // *Hernia.* – 2015. – Vol.19, N3. – P. 449-463.
3. Belyansky I. A novel approach using the enhanced — view totally extraperitoneal (eTEP) technique for laparoscopic retromuscular hernia repair / I. Belyansky, J. Daes, V.G Radu et al. // *Surg. Endosc.* – 2018. – Vol. 32, N3 – P. 1525-1532.
4. Carbonell A.M. Rives-Stoppa retromuscular repair / A.M. Carbonell // *Hernia Surg. Springer Int. Publ. Switz.* – 2016. – P. 107-115.
5. Novitsky Y.W. Transversus abdominis muscle release: a novel approach to posterior component separation during complex abdominal wall reconstruction / Y.W. Novitsky, H.L. Elliott, S.B. Orenstein et al. // *Am. J. Surg.* – 2012. – Vol. 204. – P. 709-716.
6. Белоконов В.И. Национальные клинические рекомендации по герниологии. Раздел «Послеоперационные вентральные грыжи» / В.И. Белоконов, Б.Ш. Гогия, В.А. Горский и др. – М., 2017. – 55 с.
7. Бурдаков В.А. Эндоскопический экстраперитонеальный подход в лечении пациентов с первичными и послеоперационными вентральными грыжами / В.А. Бурдаков [и др.] // *Эндоскопическая хирургия.* – 2019. – Т.25, №4. – С. 34-40.
8. Курыгин Ал.А. Лапароскопическое устранение ущемленной большой пупочной грыжи и грыжи белой линии по методике IPOM / Ал.А. Курыгин, П.Н. Ромашенко, В.В. Семенов и др. // *Вестн. хирургии им. И.И. Грекова.* – 2018. – Т.177, № 4 – С. 73-75.
9. Ромашенко П.Н. Случай успешного хирургического лечения триады Сейнта в сочетании с большими послеоперационными вентральными грыжами (2534-е заседание Хирургического общества Пирогова 23.10.2019г.) /

П.Н. Ромащенко, Ал.А. Курыгин, Н.А. Майстренко и др. // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. – 2020. – Т. 179, № 1. – С. 113-119.

10. Ромащенко П.Н. Лапароскопическая герниопластика по методике IPOM в лечении больных вентральными грыжами / П.Н. Ромащенко, Ал.А. Курыгин, В.В. Семенов // Материалы XX Съезда Общества эндоскопических хирургов России. Альманах института хирургии имени А.В. Вишневого – М., 2017. – С.1033-1034.

11. Ромащенко П.Н. Клинико-экономическое обоснование эндоскопических герниопластик по методикам TAPP и TEP // П.Н. Ромащенко, Ал.А. Курыгин, В.В. Семенов и др. // Вестн. Российской Военно-медицинской академии. – 2019. – №1 (65). – С. 125-128.

12. Самарцев В.А. Задняя сепарационная герниопластика TAR при послеоперационных грыжах W3 / В.А. Самарцев, В.А. Гаврилов, А.А. Паршаков и др. // Пермский медицинский журнал. – 2017. – Т.34, № 1. – С. 35–42.

13. Майстренко Н.А. Редкие случаи деструктивного аппендицита в паховой грыже / Н.А. Майстренко, П.Н. Ромащенко, М.В. Ягин и др. // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2016. – Т. 175. – № 1. – С. 97-100.

14. Семенов В.В. Эндовидеохирургическое лечение большого ущемленной грыжей Амианда / В.В. Семенов, Ал.А. Курыгин, П.Н. Ромащенко и др. // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. – 2017. – Т.176, №2 – С. 112-114.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Ansari M.M. Surgical preperitoneal space: holy plane of dissection between transversalis fascia and preperitoneal fascia for TEPP inguinal hernioplasty / M.M. Ansari // MOJ Surg. – 2018. – Vol. 6, N1. – P. 26-33.

2. Awaiz A. Meta-analysis and systematic review of laparoscopic versus open mesh repair for elective incisional hernia / A. Awaiz, F. Rahman, M. B. Hossain et al. // Hernia. – 2015. – Vol.19, N3. – P. 449-463.

3. Belyansky I. A novel approach using the enhanced — view totally extraperitoneal (eTEP) technique for laparoscopic retromuscular hernia repair / I. Belyansky, J. Daes, V.G Radu et al. // Surg. Endosc. – 2018. – Vol. 32, N3 – P. 1525-1532.

4. Carbonell A.M. Rives-Stoppa retromuscular repair / A.M. Carbonell // Hernia Surg. Springer Int. Publ. Switz. – 2016. – P. 107-115.

5. Novitsky Y.W. Transversus abdominis muscle release: a novel approach to posterior component separation during complex abdominal wall reconstruction / Y.W. Novitsky, H.L. Elliott, S.B. Orenstein et al. // Am. J. Surg. – 2012. – Vol. 204. – P. 709-716.

6. Belokonev V. I., Gogia B. Sh., Gorsky V. A. et al. Nacional'nye klinicheskie rekomendacii po gerniologii. Razdel «Posleoperacionnye ventral'nye gryzhi» [National Clinical Guidelines for Herniology. Section: "Postoperative Ventral Hernias"] / V. I. Belokonev, B. Sh. Gogiya, V. A. Gorsky et al. - M., 2017. - 55 p. [in Russian]

7. Burdakov V. A. Ehndoskopicheskijj ehkstraperitoneal'nyjj podkhod v lechenii pacientov s pervichnymi i posleoperacionnymi ventral'nymi gryzhami [Endoscopic Extraperitoneal Approach in the Treatment of Patients With Primary and Postoperative Ventral Hernias] / V. A. Burdakov et al. // Ehndoskopicheskaja khirurgija [Endoscopic Surgery]. - 2019. - Vol. 25, No. 4. - p. 34-40 [in Russian]

8. Kurygin Al. A., Romashchenko P. N., Semenov V. V., Polushin S. Yu. Laparoskopicheskoe ustranenie ushhemlennoj bol'shojj pupochnoj gryzhi i gryzhi beloij linii po metodike IPOM [Laparoscopic Removal of a Pinched Large Umbilical Hernia and a White Line Hernia by the Ipom Method] / Al. A. Kurygin, P. N. Romashchenko, V. V. Semenov et al. // Vestn. khirurgii im. I.I. Grekova [Grekov's Bulletin of Surgery]. - 2018. - Vol. 177, No. 4, pp. 73-75 [in Russian]

9. Romashchenko P. N., Kurygin Al. A., Maistrenko N. A., Semenov V. V. et al. Sluchajj uspehnogo khirurgicheskogo lechenija triady Sejnta v sochetanii s bol'shimi posleoperacionnymi ventral'nymi gryzhami (2534-e zasedanie Khirurgicheskogo obshhestva Pirogova 23.10.2019g.) [The Case of Successful Surgical Treatment of the Saint's Triad in Combination With Large Postoperative Ventral Hernias (2534th Meeting of the Pirogov Surgical Society 23.10.2019)] / P. N. Romashchenko, Al. A. Kurygin, N. A. Maistrenko et al. // Vestn. khirurgii im. I.I. Grekova [Grekov's Bulletin of Surgery]. - 2020. - Vol. 179, No. 1, p. 113-119 [in Russian]

10. Romashchenko P. N., Kurygin Al. A., Semenov V. V. [Laparoscopic Hernioplasty Using the Ipom Technique in the Treatment of Patients With Ventral Hernias] / P. N. Romashchenko, Al. A. Kurygin, V. V. Semenov // Materialy XX S"ezda Obshhestva ehndoskopicheskikh khirurgov Rossii. Al'manakh instituta khirurgii imeni A.V. Vishnevskogo [Proceedings of the XX Congress of the Society of Endoscopic Surgeons of Russia. Almanac of the A.V. Vishnevsky Institute of Surgery] – M., 2017, pp. 1033-1034 [in Russian]

11. Romashchenko P. N., Kurygin Al. A., Semenov V. V., Polushin S. Yu., Mamoshin A. A., Zhrebtcov E. S. Zhrebtcov E.S. Kliniko-ehkonomicheskoe obosnovanie ehndoskopicheskikh gernioplastik po metodikam TAPP i TEP [Clinical and Economic Justification of Endoscopic Hernioplasty Using Tapp and Tep Methods] / P. N. Romashchenko, Al. A. Kurygin, V. V. Semenov et al. // Vestn. Rossijskojj Voenno-medicinskojj akademii [Journal] Bulletin of The Russian Military Medical Academy]. – 2019. – №1 (65), pp. 125-128 [in Russian]

12. Samartsev V. A., Gavrilov V. A., Parshakov A. A., Kuznetsova M. V. Zadnjaja separacionnaja gernioplastika TAR pri posleoperacionnykh gryzhakh W3 [Posterior Separation Hernioplasty of Tar in Postoperative Hernias w3] / V. A. Samartsev, V. A. Gavrilov, A. A. Parshakov et al. // Permskijj medicinskijj zhurnal [Perm Medical Journal]. - 2017. - Vol. 34, no. 1. - pp. 35-42 [in Russian]

13. Maistrenko N. A., Romashchenko P. N., Yagin M. V., Lysanyuk M. V., Bessonov D. E. Redkie sluchai destruktivnogo appendicita v pakhovoj gryzhe [Rare Cases of Destructive Appendicitis in Inguinal Hernia] / N. A. Maistrenko, P. N. Romashchenko, M. V. Yagin et al. // Vestn. khirurgii im. I.I. Grekova [Grekov's Bulletin of Surgery]. - 2016. - Vol. 175. - No. 1, pp. 97-100 [in Russian]

14. Semenov V. V., Kurygin Al. A., Romashchenko P. N. et al. Ehndovideookhirurgicheskoe lechenie bol'nogo ushhemlennoj gryzhejj Amianda [Endovideosurgical Treatment of a Patient With a Pinched Amyand Hernia] / V. V. Semenov, Al. A. Kurygin, P. N. Romashchenko et al. // Vestn. khirurgii im. I.I. Grekova [Grekov's Bulletin of Surgery]. - 2017. - Vol. 176, No. 2, pp. 112-114 [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.062>**КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ТРАВМЫ БОКОВЫХ КОЛЛАТЕРАЛЬНЫХ СВЯЗОК  
КОЛЕННОГО СУСТАВА**

Научная статья

**Юрлова Ю.А.<sup>1,\*</sup>, Дианов С.В.<sup>2</sup>**

Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

\* Корреспондирующий автор (yurlova\_yulya[at]mail.ru)

**Аннотация**

Повреждение боковых коллатеральных связок коленного сустава является распространенной травмой, особенно среди спортсменов, а возможности консервативного лечения повреждений связочного аппарата колена являются предметом дискуссии. Авторы представляют клинический анализ консервативного лечения повреждений боковых коллатеральных связок у 30 пациентов от 30 до 72 лет. Срок реабилитации составил 1-3 месяца. Предлагается комплексная программа консервативного лечения, которая позволяет улучшить функциональное состояние коленных суставов после травмы связочного аппарата, не требует больших финансовых затрат, и может быть рекомендована к применению в практической медицине.

**Ключевые слова:** травма боковых коллатеральных связок коленного сустава, консервативное лечение.

**CONSERVATIVE MANAGEMENT OF INJURIES OF THE LATERAL COLLATERAL LIGAMENTS  
OF THE KNEE JOINT**

Research article

**Yurlova Yu.A.<sup>1,\*</sup>, Dianov S.V.<sup>2</sup>**

Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

\* Corresponding author (yurlova\_yulya[at]mail.ru)

**Abstract**

Damage to the lateral collateral ligaments of the knee joint is a common injury, especially among athletes while the possibility of conservative management of knee ligament injuries is a subject of scientific discussion. The authors present a clinical analysis of the conservative treatment of lateral collateral ligament injuries in 30 patients aged 30 to 72 years. The rehabilitation period was 1-3 months. The study proposes a comprehensive program of conservative treatment, which allows improving the functional state of knee joints after an injury to the ligamentous apparatus without significant financial costs, which also can be recommended for the use in applied medicine.

**Keywords:** damage of the lateral collateral ligaments of the knee joint, conservative management.

**Актуальность исследования**

Боковые коллатеральные связки (БКС) являются основными стабилизаторами коленного сустава, предотвращающими избыточное варусное, вальгусное и заднебоковое вращение. Травмирование БКС происходит либо при сочетании высокоэнергетического удара по переднемедиальной поверхности колена и гиперэкстензии, либо бесконтактно при варусном стрессе и гиперэкстензии. Иногда встречаются бытовые травмы, когда человек оступается или поскользывается, но чаще всего это травмы, связанные с занятиями спортом, которые происходят при вращении и прыжке на высокой скорости. Это такие виды спорта как футбол, баскетбол, лыжные гонки, хоккей. Самая высокая вероятность изолированной травмы БКС – при занятиях большим теннисом и гимнастикой [4], [9].

При травме происходит растяжение (класс I), частичный (класс II) или полный разрыв (класс III) связки. Как правило, БКС травмируются не изолированно, а в сочетании с повреждением передней крестообразной связки (ПКС), задней крестообразной связки (ЗКС) и заднего латерального угла (ЗЛУ), [6], [7], [9]. До 18% травм связочного аппарата коленного сустава сопровождаются повреждением сосудов и частичным разрывом малоберцового нерва [5], что, безусловно, требует активного вмешательства. Есть мнение, что консервативное лечение повреждений связочного аппарата коленного сустава увеличивает риск дегенерации анатомических структур сустава и функциональных нарушений, в связи с чем целесообразно хирургическое лечение [1].

Однако сторонники консервативной тактики лечения приводят доказательства того, что неоперативное восстановление связок тоже даёт хорошие результаты [3]. Оценка частоты травмы БКС у спортсменов с повреждением коленного сустава и функциональных исходов после консервативного лечения показала полное заживление ранее выявленного разрыва БКС [8]. Возможность спонтанного полноценного восстановления признаётся и другими исследователями [2]. Оптимальная программа лечения выбирается после оценки тяжести повреждения индивидуально. Вопрос о выборе между хирургическим восстановлением или консервативным лечением острых повреждений БКС коленных суставов остаётся открытым, но так или иначе в каждом случае требуется проведение реабилитационных мероприятий.

Цель исследования: изучение возможности консервативного лечения и реабилитации при травме БКС.

**Объект, методы и принципы исследования**

Клиническое исследование выполнено на базе отделения реабилитации Частного Учреждения Семейная Врачебная Амбулатория "Interteach" г. Атырау, Казахстан.

В исследовании приняли участие 30 человек с травмами коленного сустава в возрасте от 30 до 72 лет, средний возраст 55,57 года, стандартное отклонение SD=12,484, мужчин – 16 (53,3%, средний возраст 51,50 года, SD=10,570), женщин – 14 (46,7%, средний возраст 60,21 года, SD=13,233), все - городские жители, не занимающиеся регулярно



спортом или тяжёлым физическим трудом (средний уровень физической активности 2 балла, по 3-балльной шкале: 1 балл – низкая физическая активность, 2 балла – средняя физическая активность, 3 балла – высокая физическая активность). Период проведения реабилитации составил от 1 до 3 месяцев, среднее – 2,33 месяца, SD=0,479.

Все пациенты подписали бланк информированного согласия, где подробно разъяснены применяемые лечебные приемы.

Вся группа пациентов разделена на 3 подгруппы по видам повреждения связок:

- 1 подгруппа: травма медиальных коллатеральных связок, 12 пациентов, мужчины; средний возраст  $54,00 \pm 9,254$ ;
- 2 подгруппа: травма крестообразных связок, 4 пациента, женщины; средний возраст  $71,25 \pm 0,957$ ;
- 3 подгруппа: сочетанные повреждения ЛКС+МКС, 5 пациентов, оба пола, средний возраст  $52,43 \pm 13,653$ ; и сочетание МКС+ПКС, 9 пациентов, оба пола, средний возраст  $55,57 \pm 12,484$  (табл.1). Контрольной подгруппы (без лечения), учитывая актуальность вопроса, не выделено. Сравнение производилось внутри каждой подгруппы, до начала лечения, в процессе лечения и после лечения.

Таблица 1 – Распределение пациентов с травмами связок колена по подгруппам

Подгруппа	Вид повреждения связок	Мужчин	Женщин	Всего	Средний возраст, лет	SD
1	МКС	12	0	12	54,00	9,254
2	КС	0	4	4	71,25	0,957
3	ЛКС+МКС	2	3	5	52,43	13,653
	МКС+ПКС	2	7	9		
Все	Всего	16	14	30	55,57	12,484

Пациенты первой подгруппы предъявляли жалобы на боли при нагрузке, отек, локальную болезненность. Травма произошла во время игры в футбол, катания на лыжах, при ударе сбоку или столкновении. При осмотре: отек мягких тканей, незначительный выпот в полости сустава, спазм мышц, атрофия мышц, вальгус-варус.

Пациенты второй подгруппы предъявляли жалобы на боль, неустойчивость при вертикальной нагрузке в коленном суставе. При осмотре: симптом «выдвижного ящика» в горизонтальном положении на спине, положительный тест Лахмана, тест смещения оси вращения, тест заднего «выдвижного ящика», снижение силы мышц.

Пациенты третьей подгруппы предъявляли все перечисленные жалобы. При осмотре выявляли симптомы аналогичные первой и второй подгруппам. Все пациенты периодически, при болевом синдроме, применяли противовоспалительные нестероидные препараты (НПВП) в виде мазей, местно (ибупрофен 5% - 25 г, диклофенак гель 1% - 30 г, кетопрофен гель 2,5 % - 30 г 2 раза в день).

Всем пациентам проводилась обзорная рентгенография коленного сустава в прямой и боковой проекции, для исключения сопутствующих переломов.

Выполнена оценка основных клинических симптомов повреждённых коленных суставов до и после лечения у всех пациентов. Оценен уровень активности в баллах до лечения (по шкале от 0 – активные движения в повреждённом суставе отсутствуют, до 5 – активные движения в полном объёме), хромота (от 0 – отсутствует, до 3 – выраженная), атрофия мышц (0 – нет, 1 – есть), болевой синдром, вызывающий необходимость местного применения НПВП (0 – нет, 1 – да) и рассчитаны средние значения.

Выполнен частотный анализ переменных. Методом сравнения средних оценены уровни переменных («активность», «хромота», «атрофия», «боль», «приём НПВП») до начала лечения, через 1,5 месяца от начала лечения и после его окончания.

### Лечебные мероприятия

После исключения перелома и проведения вальгусного и варусного стресс-тестов, мануально-мышечного тестирования и других стандартных методик обследования, предложена следующая комплексная схема лечения. Всем пациентам проведены следующие процедуры:

1. Аудиовизуальная стимуляция с целью снятия боли и страха перед очередной травмой, расслабления, снятия зажимов и лучшего усвоения практических навыков, 1-2 занятия.

2. Массаж поврежденной конечности, который включает поперечный массаж для профилактики спаек в мышцах бедра и подколенных мышцах; миофасциальный релиз (раскатывание хамстрингов, раскатывание квадрицепса, илиотибиального тракта, жировой подушки); поэтапную проработку приводящих, подколенных, ягодичных мышц, от 8 до 10 сеансов.

3. Обучение диафрагмальному дыханию (вдох – руки на бедра и одновременное напряжение мышц промежности, выдох – втягивание живота и напряжение ягодичных мышц); обучение упражнениям для нормализации тонуса мышц опорно-двигательного аппарата (ОДА) при ходьбе – переустановка сформированной патологической походки; обучение упражнениям для увеличения объема движения; упражнениям для коррекции функциональной нестабильности таза и др., контроль упражнений.

4. Физиотерапия: ультрафонофорез геля «Бишофит» на аппарате «УЗТ-1.01 Ф» (номер в государственном медицинском реестре 78/1261-33) с контактно излучающей головкой площадью 4 см<sup>2</sup>, в непрерывном режиме, лабильно, с интенсивностью излучения от 0,4-0,6 до 1,0 Вт/см<sup>2</sup> на зоны поражения сустава, продолжительность 10 минут, 8–10 процедур.

5. Сеансы электростимуляции мышц бедра и голени, 8 – 10 процедур.

6. Кинезиотейпирование на область поврежденной связки с целью моделирования мышечно-фасциального сегмента.

Кроме общих лечебных мероприятий, пациенты 1, 2 и 3 подгрупп выполняли индивидуально подобранные комплексы упражнений до конца периода реабилитации.

Консервативное лечение проводили всем пациентам в течение периода реабилитации ежедневно (кроме субботы и воскресенья). В течение первых 14 дней комплексное лечение проводилось при участии и под наблюдением медицинского работника в амбулаторных условиях, который инструктировал и контролировал правильность выполнения упражнений, а в дальнейшем упражнения выполнялись пациентами самостоятельно. Дозирование нагрузки осуществлялось в зависимости от индивидуальной физической подготовки и переносимости упражнений. После окончания курсов электростимуляции, массажа и физиотерапии пациенты выполняли только комплексы физических упражнений самостоятельно, ежедневно.

### Результаты и обсуждение

Выполнена оценка средних уровней физической активности, хромоты, мышечной атрофии и болевого синдрома, в баллах. Оценка проведена в сроки: перед началом реабилитационных мероприятий, через 1,5 месяца и через 2,5 месяца от начала их проведения. Результаты оценки приведены в таблицах 2-5.

Таблица 2 – Оценка уровня физической активности в 1-3 подгруппах до и после лечения

	Подгруппа			Среднее число баллов
	1 n=12, баллы	2 n=4, баллы	3 n=14, баллы	
До начала лечения	1,42	1,50	1,29	1,37
1,5 месяца от начала лечения	1,50	1,50	1,50	1,50
2,5 месяца от начала лечения	2,42	2,25	1,71	2,07
Значимость различий между первым и последним измерением, <i>p</i>	0,050	0,044	0,685	0,028

Из таблицы 2 видно, что в результате проведённых консервативных мероприятий произошло значимое улучшение физической активности пациентов первой и второй подгрупп, в третьей изменения не достигли уровня статистической значимости, но в целом по всей группе (n=30) улучшение значимо достигнуто.

Степень хромоты снизилась во всех трёх подгруппах (табл. 3).

Таблица 3 – Оценка степени хромоты в 1-3 подгруппах до и после лечения

	Подгруппа			Среднее число баллов
	1 n=12, баллы	2 n=4, баллы	3 n=14, баллы	
До начала лечения	2,67	2,25	2,21	2,40
1,5 месяца от начала лечения	1,67	1,75	1,64	1,67
2,5 месяца от начала лечения	0,67	1,00	1,21	0,97
Значимость различий между первым и последним измерением, <i>p</i>	0,051	0,073	0,027	0,012

Таблица 4 – Оценка степени атрофии мышц в 1-3 подгруппах до и после лечения

	Подгруппа			Среднее количество баллов
	1 n=12, баллы	2 n=4, баллы	3 n=14, баллы	
До начала лечения	2,42	2,50	2,07	2,27
1,5 месяца от начала лечения	1,75	1,50	1,86	1,77
2,5 месяца от начала лечения	0,75	1,00	1,29	1,03
Значимость различий между первым и последним измерением, <i>p</i>	0,057	0,034	0,029	0,015

Степень атрофии мышц снизилась во всех трёх подгруппах статистически значимо (табл. 4).

Таким образом, в результате активных реабилитационных мероприятий повысился уровень активности в повреждённых суставах, уменьшились проявления хромоты и мышечной атрофии.

Выполнена оценка болевого синдрома по 2-балльной шкале (0 – боли нет, 1 – есть боль) у пациентов до начала, во время и по окончании лечения. Согласно субъективным самоотчетам пациентов, болевые ощущения в покое, при ходьбе и нагрузке значительно уменьшились (табл.5).

Таблица 5 – Оценка боли

	Среднее количество баллов в группе по шкале «боль»				
	в покое, балл	при ходьбе, балл	при подъёме по лестнице, балл	при спуске по лестнице, балл	при физической нагрузке, балл
До начала лечения	0,43	0,70	0,67	0,57	0,73
1,5 месяца от начала лечения	0,39	0,52	0,47	0,41	0,33
2,5 месяца от начала лечения	0,10	0,17	0,23	0,20	0,13
Значимость различий между первым и последним измерением, р	0,027	0,033	0,041	0,044	0,037

Примечание: в баллах по 2-балльной шкале

В целом, пациенты первой подгруппы ощущали себя полностью здоровыми, жалоб на нарушение функции коленного сустава не предъявляли, вернулись к прежним физическим нагрузкам. Пациенты второй подгруппы отмечали значительное улучшение функционального состояния коленного сустава, увеличение тонуса и силы мышц, но продолжали щадить колено при ходьбе и подъемах по лестнице, при этом практически полностью отказались от применения НПВП местно. Пациенты третьей подгруппы в большинстве своем отмечали существенное улучшение своего состояния, хотя периодически употребляли НПВП в виде мази местно, и испытывали некоторые сложности при длительных переходах, физической нагрузке и ходьбе по лестнице. Всем пациентам рекомендовано в дальнейшем продолжить индивидуальные программы физической активности и комплексы упражнений.

Хорошие и отличные результаты консервативного лечения обусловлены всем комплексом мероприятий, в том числе, воздействием на психоэмоциональную сферу (аудиовизуальная стимуляция), привлечением к активным упражнениям по заданной программе самого пациента, физиотерапевтическими процедурами (электрофорез с бишофитом, электростимуляция), которые стимулировали процессы репарации. Бишофит, являясь природным источником магния, эффективно купирует его дефицит, образующийся в результате применения НПВП, тем самым облегчает передачу нервно-мышечных импульсов, стимулирует микроциркуляцию и восстанавливает водно-солевой баланс. Замечено, что активация бицепса бедра значительно уменьшается после раскатывания квадрицепса. Кроме того, наблюдения показали, что после раскатывания хамстрингов активации квадрицепса не наблюдалось, поскольку хамстринги снижают переднюю силу сдвига на этой связке. Улучшение функционального состояния мышц вокруг коленного сустава предупреждает нарушение стабильности сустава и риск повреждения передней крестообразной связки. Кинезиотейпирование пораженной области также способствует большей уверенности пациента в благоприятном исходе лечения, позволяет быстрее вернуться к активному образу жизни.

Таким образом, предложенный комплекс консервативного лечения, не требующий больших финансовых затрат, позволяет улучшить функциональное состояние коленных суставов после травмы связочного аппарата и может быть рекомендован к применению на практике.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Список литературы / References

1. Королев А.В. Повреждения задней крестообразной связки: биомеханика, основные направления диагностики, лечения и профилактики вторичного остеоартрита / А.В. Королев, А.П. Афанасьев, Д.О. Ильин и др. // Гений Ортопедии, том 26, No 3, 2020. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-413-419
2. Davis Br.A. Isolated lateral collateral ligament complex injury in rock climbing and Brazilian Jiu-jitsu / Br.A. Davis, L.P. Hiller, St.G. Imbesi et al. // Skeletal Radiol. 2015 Aug;44(8):1175-9. doi: 10.1007/s00256-015-2108-6. Epub 2015 Feb 12.
3. Edson Cr.J. Conservative and postoperative rehabilitation of isolated and combined injuries of the medial collateral ligament / Cr.J. Edson // Sports Med Arthrosc Rev 2006 Jun;14(2):105-10. doi: 10.1097/01.jsa.0000212308.32076.f2.
4. Grawe Br. Lateral Collateral Ligament Injury About the Knee: Anatomy, Evaluation, and Management / Br. Grawe, A.J. Schroeder, R. Kakazu et al. // J Am Acad Orthop Surg. 2018 Mar 15;26(6):e120-e127. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00028.
5. Guan Ng. J.W. Management of multiligament knee injuries / J.W. Guan Ng., Y. Myint et al. // EFORT Open Rev 2020 Mar 2;5(3):145-155. doi: 10.1302/2058-5241.5.190012.eCollection 2020 Mar
6. Logerstedt D.S. Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability, and health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association / D.S. Logerstedt, Snyder- L. Mackler, R.C. Ritter et al. // Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2010 Apr;40(4):A1-37.
7. Recondo J.A. Lateral stabilizing structures of the knee: functional anatomy and injuries assessed with MR imaging / J.A. Recondo, E. Salvador, J.A. Villanúa et al. // Radiographics. 2000 Oct;20 (suppl\_1):S91-102.
8. Temponi Ed.Fr. Nonoperative Treatment for Partial Ruptures of the Lateral Collateral Ligament Occurring in Combination With Complete Ruptures of the Anterolateral Ligament: A Common Injury Pattern in Brazilian Jiu-Jitsu Athletes With Acute Knee Injury / Ed.Fr. Temponi, Ad. Saithna, L. Honório de Carvalho et al. // Orthop J. Sports Med. 2019 Jan 24;7(1):2325967118822450. doi: 10.1177/2325967118822450.eCollection 2019 Jan.
9. Yaras R.J. Lateral Collateral Ligament (LCL) Knee Injuries / R.J. Yaras, N. O'Neill, A.M. Yaish // Stat.Pearls. 2020 Aug 4.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Korolev A.V. Povrezhdeniya zadnej krestoobraznoj svyazki: biomekhanika, osnovnye napravleniya diagnostiki, lecheniya i profilaktiki vtorichnogo osteoartrita [Posterior cruciate ligament injuries: biomechanics, main directions of diagnosis, treatment and prevention of secondary osteoarthritis] / A.V. Korolev, A.P. Afanas'ev, D.O. Il'in et al. // *Genij Ortopedii* [The Genius of Orthopedics], vol 26, No 3, 2020. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-413-419
2. Davis Br.A. Isolated lateral collateral ligament complex injury in rock climbing and Brazilian Jiu-jitsu / Br.A. Davis, L.P. Hiller, St.G. Imbesi et al. // *Skeletal Radiol.* 2015 Aug;44(8):1175-9. doi: 10.1007/s00256-015-2108-6.Epub 2015 Feb 12.
3. Edson Cr.J. Conservative and postoperative rehabilitation of isolated and combined injuries of the medial collateral ligament / Cr.J. Edson // *Sports Med Arthrosc Rev* 2006 Jun;14(2):105-10. doi: 10.1097/01.jsa.0000212308.32076.f2.
4. Grawe Br. Lateral Collateral Ligament Injury About the Knee: Anatomy, Evaluation, and Management / Br. Grawe, A.J. Schroeder, R. Kakazu et al. // *J Am Acad Orthop Surg*.2018 Mar 15;26(6):e120-e127. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00028.
5. Guan Ng. J.W. Management of multiligament knee injuries / J.W. Guan Ng., Y. Myint et al. // *EFORT Open Rev* 2020 Mar 2;5(3):145-155. doi: 10.1302/2058-5241.5.190012.eCollection 2020 Mar
6. Logerstedt D.S. Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability, and health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association / D.S. Logerstedt, Snyder- L. Mackler, R.C. Ritter et al. // *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* 2010 Apr;40(4):A1-37.
7. Recondo J.A. Lateral stabilizing structures of the knee: functional anatomy and injuries assessed with MR imaging / J.A. Recondo, E. Salvador, J.A. Villanúa et al.// *Radiographics.* 2000 Oct;20 (suppl\_1):S91-102.
8. Temponi Ed.Fr. Nonoperative Treatment for Partial Ruptures of the Lateral Collateral Ligament Occurring in Combination With Complete Ruptures of the Anterolateral Ligament: A Common Injury Pattern in Brazilian Jiu-Jitsu Athletes With Acute Knee Injury / Ed.Fr. Temponi, Ad. Saithna, L. Honório de Carvalho et al. // *Orthop J. Sports Med.* 2019 Jan 24;7(1):2325967118822450. doi: 10.1177/2325967118822450.eCollection 2019 Jan.
9. Yaras R.J. Lateral Collateral Ligament (LCL) Knee Injuries / R.J. Yaras, N. O'Neill, A.M. Yaish // *Stat.Pearls.* 2020 Aug 4.