



Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации



**№3**

---

**Russian Journal of  
Environmental and Rehabilitation Medicine**

Российский журнал экологической и восстановительной медицины

ISSN: 2949-083

**Москва 2024 год**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РЕАБИЛИТАЦИИ И КУРОРТОЛОГИИ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ЭЛЕКТРОННОЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ  
RUSSIAN JOURNAL OF ENVIRONMENTAL AND REHABILITATION MEDICINE (RJERM)  
РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ (РЖЭВМ)**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Главный редактор:**

Бобровницкий Игорь Петрович, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

**Заместители главного редактора:**

Фесюн Анатолий Дмитриевич, д.м.н.

Яковлев Максим Юрьевич, д.м.н.

Нагорнев Сергей Николаевич, д.м.н., проф.

Водянова Мария Александровна, к.б.н.

**Ответственный секретарь:** Тихомиров Илья Алексеевич

**ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ**

Агасаров Лев Георгиевич, д.м.н., проф.

Айвазян Татьяна Альбертовна, д.м.н., проф.

Александрин Сергей Сергеевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Бадтиева Виктория Асланбековна, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Бояринцев Валерий Владимирович, д.м.н., проф.

Бухтияров Игорь Валентинович, д.м.н., проф., академик РАН

Герасименко Николай Федорович, д.м.н., академик РАН

Гильмутдинова Лира Талгатовна, д.м.н., проф.

Гончаров Сергей Федорович, д.м.н., проф., академик РАН

Даминов Вадим Дамирович, д.м.н.

Ефименко Наталья Викторовна, д.м.н., проф.

Ингель Фаина Исаковна, д.б.н.

Капцов Валерий Александрович, д.м.н., чл.-корр. РАН

Киричук Анатолий Александрович, д.б.н.

Князева Татьяна Александровна, д.м.н., проф.

Кончугова Татьяна Венедиктовна, д.м.н., проф.

Корчажкина Наталья Борисовна, д.м.н., проф.

Круглова Лариса Сергеевна, д.м.н., проф.

Кузьмина Людмила Павловна, д.б.н., проф.

Мешков Николай Алексеевич, д.м.н., проф.

Митрохин Олег Владимирович, д.м.н., доцент

Пономаренко Геннадий Николаевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Пузин Сергей Никифорович, д.м.н., проф., академик РАН

Рахманин Юрий Анатольевич, д.м.н., проф., академик РАН

Рачин Андрей Петрович, д.м.н., проф.

Русаков Николай Васильевич, д.м.н., проф., академик РАН

Рыбников Виктор Юрьевич, д.м.н., д.п.н., проф.

Салтыкова Марина Михайловна, д.б.н.

Сичинава Нина Владимировна, д.м.н.

Скальный Анатолий Викторович, д.м.н., проф.

Ушаков Игорь Борисович, д.м.н., проф., академик РАН

Хан Майя Алексеевна, д.м.н., проф.

Хотимченко Сергей Анатольевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Хрипач Людмила Васильевна, д.б.н.

Шабров Александр Владимирович, д.м.н., проф., академик РАН

Шакула Александр Васильевич, д.м.н., проф.

Шашлов Сергей Валентинович, к.м.н.

Юдин Владимир Егорович, д.м.н., проф.

Юрова Ольга Валентиновна, д.м.н., проф.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Разумов Александр Николаевич, д.м.н., проф., академик РАН  
(Москва) – председатель

Быков Анатолий Тимофеевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН  
(Сочи) – заместитель председателя

Беляев Анатолий Федорович, д.м.н., проф. (Владивосток)

Белякин Сергей Анатольевич, д.м.н., проф. (Москва)

Бойко Евгений Рафаилович, д.м.н., проф. (Сыктывкар)

Владимирский Евгений Владимирович, д.м.н., проф. (Пермь)

Воевода Михаил Иванович, д.м.н., проф., академик РАН (Новосибирск)

Гигинейшвили Георгий Ревазович, д.м.н. (Москва)

Гильмутдинова Ильмира Ринатовна, к.м.н. (Москва)

Горбатова Любовь Николаевна, д.м.н., проф. (Архангельск)

Гусакова Елена Викторовна, д.м.н. (Москва)

Деделев Дмитрий Аркадьевич, д.м.н., проф. (Москва)

Зилов Вадим Георгиевич, д.м.н., проф., академик РАН (Москва)

Каспаров Эдуард Вильямович, д.м.н., проф. (Красноярск)

Куликова Наталья Геннадьевна, д.м.н., проф. (Москва)

Левицкий Евгений Федорович, д.м.н., проф. (Томск)

Никитюк Дмитрий Борисович, д.м.н., проф., академик РАН (Москва)

Полунина Наталья Валентиновна, д.м.н., проф., академик РАН (Москва)

Попов Валерий Иванович, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН (Воронеж)

Рассулова Марина Анатольевна, д.м.н., проф. (Москва)

Соколов Александр Владимирович, д.м.н., проф. (Московская обл.)

Тутельян Виктор Александрович, д.м.н., проф., академик РАН (Москва)

Чащин Максим Валерьевич, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург)

Giancarlo Pantaleoni, проф. (Рим, Италия)

Olga Palumbo (Лугано, Швейцария)

**СОДЕРЖАНИЕ**

СОДЕРЖАНИЕ .....	2
ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХРОНИЧЕСКОГО БЕСКАМЕННОГО ХОЛЕЦИСТИТА И ВОЗМОЖНОСТИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	
Паньков О.А. <sup>1</sup> , Иванова И.И. <sup>2</sup> .....	3
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА США (EPA RADNET)	
Хрипач Л.В., Князева Т.Д., Мамонов Р.А., Савостикова О.Н., Слободян В.Г. ....	14
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНТРОЛЯ ЗА ОТЕКАМИ У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ И ЛИМФЕДЕМОЙ ПОСЛЕ МАСТЭКТОМИИ С ПОМОЩЬЮ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ	
Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Васильева В.А., Кульчицкая Д.Б., Марфина Т.В., Мухина А.А. 27	
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ БЕСКАМЕННЫМ ХОЛЕЦИСТИТОМ С ПОМОЩЬЮ КАТЕГОРИЙ МКФ	
Паньков О.А. <sup>1</sup> , Нагорнев С.Н. <sup>2</sup> , Иванова И.И. <sup>2</sup> .....	34
ПРИМЕНЕНИЕ СПОРТИВНОЕ ПИТАНИЕ КАК КОМПОНЕНТ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК	
Шонус Д.Х. <sup>1</sup> , Богданов Д.О. <sup>2</sup> .....	43
ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОЛИПОЗНЫМ РИНОСИНУСИТОМ, АССОЦИИРОВАННЫМ С АТОПИЧЕСКИМ ДЕРМАТИТОМ	
Пелишенко Т.Г. <sup>1</sup> , Круглова Л.С. <sup>2</sup> , Бояринцев В.В. <sup>2</sup> .....	51
КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ РАЗМЕЩЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ	
Истратов П.А. <sup>1</sup> , Лезинова А.И. <sup>2</sup> , Краскевич Д.А. <sup>2</sup> , Митрохин О.В. <sup>2</sup> , Иванова И.И. <sup>2</sup> , Фролков В.К. <sup>3</sup> .....	58
ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ УЧАЩИХСЯ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА	
Талёб Аль Каравани Я.Б., Ластков Д.О., Госман Д.А. ....	67
ПРОТИВОРЕЧИЯ И ПРОБЕЛЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В ПРОЦЕССЕ МЕДИЦИНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Балакаева А.В., Скопин А.Ю., Сеницына О.О. ....	72

**ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 616.366-002.2-085.828

**ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХРОНИЧЕСКОГО БЕСКАМЕННОГО ХОЛЕЦИСТИТА И  
ВОЗМОЖНОСТИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

**Паньков О.А.<sup>1\*</sup>, Иванова И.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Клиника «Студия Здоровья», г. Калининград, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ ДПО «ЦГМА», г. Москва, Россия

**РЕЗЮМЕ.**

В статье представлен аналитический обзор литературы по проблеме этиопатогенеза хронического бескаменного холецистита и его терапии с помощью лечебных физических факторов. Анализ этиопатогенетических аспектов бескаменного холецистита позволяет заключить, что развитие заболевания может быть представлено множественными патогенетическими механизмами, имеющими как самостоятельное значение, так и участвующими одновременно. Мультивариантный характер этиопатогенеза хронического бескаменного холецистита предполагает комплексный подход к применению терапевтических воздействий. Применение физиотерапии при хроническом бескаменном холецистите носит оправданный характер, поскольку, реализует свой биологический и терапевтический потенциал за счет влияния на основные звенья патогенеза заболевания. Наиболее перспективным в этом отношении выглядит сочетанное применение амплипульс- и магнитотерапии, отличающихся по модальности, механизмам действия и точкам приложения своего корригирующего эффекта, что обеспечивает развитие потенцирующего терапевтического эффекта.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** амплипульстерапия, комплексная физиотерапия, лечебные физические факторы, магнитотерапия, хронический бескаменный холецистит, этиопатогенез.

**ВВЕДЕНИЕ**

Патология печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей относится к наиболее распространенным и тяжелым заболеваниям органов пищеварения. Разнообразие клинических проявлений этих заболеваний, длительность течения, выраженные обострения становятся причиной частой обращаемости больных за медицинской помощью и их госпитализации. Важно отметить не только медицинские, но и социальные аспекты этой проблемы, поскольку чаще всего она затрагивает лиц трудоспособного возраста и, как правило, характеризуется высокими показателями временной и стойкой нетрудоспособности [1, 2].

В последние годы проявилась отчетливая тенденция к росту заболеваемости гепатобилиарной системы у нас в стране и за рубежом [3]. Распространенность хронических форм заболеваний желчного пузыря варьируется от 4% до 73% в разных регионах, что создает серьезное финансовое бремя для региональных правительств [4]. Заболевания желчного пузыря широко распространены среди населения, особенно данная патология распространена в некоторых европейских странах и США [5]. По данным Национального исследования здоровья и питания, в США заболеванием желчного пузыря страдают более 20 млн. взрослых, в том числе 14,2 млн. женщин и 6,3 млн. мужчин, с предполагаемой стоимостью в 6,2 миллиарда долларов [6]. Согласно данным экспертов ВОЗ, число пациентов, страдающих патологией печени и желчевыводящих путей, в мире превышает 2 млрд. [1]. При этом рост заболеваемости идет параллельно с увеличением продолжительности жизни: более половины случаев приходится на пациентов старше 70 лет

\* Адрес для переписки: Паньков Олег Александрович, E-mail: i.ivanova@mail.ru

**Цитирование.** Паньков О.А., Иванова И.И. Этиопатогенетические аспекты хронического бескаменного холецистита и возможности терапевтического применения лечебных физических факторов (обзор литературы). *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 3-13.

**Citation:**

Pankov O.A., Ivanova I.I., Etiopathogenic aspects of chronic acalculous cholecystitis and therapeutic use of medical physical factors (literature review) *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 3-13.

[7]. Но это не просто демографический факт, поскольку с увеличением возраста увеличивается коморбидность и увеличивается количество тяжелых форм патологии, приводящих к росту заболеваемости и смертности [7]. Статистически значимое увеличение случаев заболевания гепатобилиарной системы наблюдалось во время общенационального карантина во время пандемии COVID-19, что, по мнению некоторых авторов, связано с повышенным потреблением жирной пищи в этот период из-за стресса, беспокойства и скуки [8].

Отличительной чертой патологии гепатобилиарной системы является выраженный гендерный характер: женщины страдают в 3 и более раз чаще мужчин [3].

Согласно клиническим рекомендациям, хронический бескаменный холецистит представляет собой совокупность случаев хронического воспаления желчного пузыря, вызванного не наличием желчных конкрементов, а иными факторами [9].

Согласно данным Lee J.M. et Boll D.T. [10], примерно у 5% всех пациентов с острым холециститом внутрипросветные камни не обнаруживаются. К развитию воспаления может привести повышение вязкости и застой желчи, которые нередко сопровождаются непроходимостью и ишемией слизистой оболочки желчного пузыря [11].

Бескаменный холецистит составляет 5-10% всех холециститов у взрослых и обычно наблюдается у пациентов с вирусным гепатитом, сальмонеллезом, тяжелыми травмами, обширными ожогами, длительным парентеральным питанием, тяжелооболочными пациентами и системными заболеваниями, такими как диабет, злокачественные новообразования, абдоминальный васкулит, застойная сердечная недостаточность, холестериновая эмболизация и шок [12].

### **ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕСКАМЕННОГО ХОЛЕЦИСТИТА**

Ведущим этиологическим фактором, выполняющим роль первичного звена патогенеза бескаменного холецистита, выступают инфекционные причины агенты [13]. С момента первого описания роли инфекции Дунканом в 1884 году в качестве возбудителей были идентифицированы многочисленные патогены.

В качестве непосредственной причины бескаменного холецистита рассматриваются и инфекционные агенты. Бактерии в норме не присутствуют в желчи. Бактериальная инвазия, как правило, возникает при ретроградном инфицировании желчевыводящих путей и вызывается в основном грамотрицательными бактериями (такими как *E. coli*, *K. bacillus*, *Salmonella* spp, *бруцеллез*, *холерный вибрион* и *лептоспира*) и немногочисленными грамположительными бактериями (такими как *Enterococcus faecalis* и *Staphylococcus Fusarium* spp и *Lactococcus* spp) [14-19].

Было показано, что большое количество патогенных микроорганизмов непосредственно проникает в эпителий желчного пузыря [20]. Menendez A. et al. [21] продемонстрировали, что *Salmonella enterica* обладает уникальным тропизмом к эпителиальным клеткам желчного пузыря. С помощью микроскопии они смогли обнаружить высокую концентрацию бактерий как в просвете, так и в ткани. Бактерия редко обнаруживалась в собственной пластинке и была локализована в эпителиальных клетках. Кроме того, электронные микрофотографии показали, что внутриклеточная *сальмонелла* подвергается клеточному делению [22]. Пути, по которым *сальмонелла* могла попасть в желчный пузырь, проходили через кровоток, лимфатическую систему и непосредственно восходящим путем из желудочно-кишечного тракта. Гистопатология инфицированных желчных пузырей выявила разрушение эпителия и массивную инфильтрацию нейтрофилами наряду с повышенным уровнем провоспалительных цитокинов. Следует подчеркнуть, что бактерии с дефицитом инвазии не смогли вызвать вышеупомянутые изменения, даже несмотря на то, что они присутствовали в просвете желчного пузыря.

Прямая инвазия также была доказана в отношении вируса гепатита А (ВГА) [23]. Авторы указывают на то, что антиген ВГА часто определяется в большинстве эпителиальных клеток желчного пузыря с помощью иммуногистохимического окрашивания. Был предложен клеточно-опосредованный иммунологический ответ, основанный на высоком количестве интраэпителиальных лимфоцитов.

Гетерогенная группа инфекционных причин приводит к острому или хроническому бескаменному холециститу у пациентов с ослабленным иммунитетом. В научной литературе приводятся сведения на эту тему в отношении цитомегаловирусной инфекции (ЦМВ) [24, 25], *Cryptosporidium* spp. [26], *Isospora belli* [27, 28], *Sarcocystis* spp. [29], *Cyclospora cayatanensis* [30], *Enterocytozoon bieneusi* [31], *Histoplasma capsulatum* [32], *Mycobacterium Tuberculosis* [33].

При нормальном функционировании сфинктера Одди кишечные бактерии не могут проникнуть в желчевыводящую систему и вызвать инфекцию [34]. Неправильное применение опиоидных анальгетиков во время операций на желудочно-кишечном тракте, травмы и спазмы сфинктера Одди могут увеличить риск заражения. Кроме того, эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография может представлять риск бактериальной инфекции из-за ее инвазивности [35, 36]. Системная инфекция, вызванная сепсисом, также может вызывать бескаменное воспаление желчного пузыря, особенно когда бактерии колонизируют желчный пузырь через кровеносные сосуды. Более того, бактерии, присутствующие в окружающих органах, могут напрямую попадать в желчный пузырь, вызывая его воспаление [37].

Применительно к возбудителю малярии в качестве механизма развития бескаменного холецистита был предложен феномен секвестрации [38]. Во время инфекции *Plasmodium falciparum* на поверхности инфицированных эритроцитов появляются выступы [бугорки], которые заставляют инфицированные клетки прилипать друг к другу и к стенкам сосудов, что вызывает обструкцию микроциркуляции и ишемии.

Вирусная этиология бескаменного холецистита наиболее подробно изучена в отношении ВЭБ [39, 40]. Предполагаемым механизмом является прямая инвазия эпителиальных клеток желчного пузыря, поскольку ВЭБ инфицирует эпителиальные клетки полости рта [39]. Кроме того, внутри эпителиальных клеток желчного пузыря были обнаружены другие гепатотропные вирусы, и в частности ВГА [23].

Сообщалось о развитии бескаменного холецистита у пациентов с SARS-CoV-2, однако это, как правило, было связано с критическим состоянием, искусственной вентиляцией легких и длительным парентеральным питанием [41, 42]. Вместе с тем, был описан случай пациента с легкой формой коронавирусного заболевания 2019 года (COVID-19), у которого через 14 дней развились симптомы бескаменного холецистита [43]. Патогенез бескаменного холецистита в контексте инфекции COVID-19 до сих пор остается совершенно неизвестным. В качестве возможных патофизиологических механизмов рассматривается прямая инвазия желчного дерева и сосудистого эндотелия желчного пузыря, поскольку рецептор ACE2 высоко экспрессируется в этих структурах [42].

Вторым критическим механизмом является локальная ишемия, которая играет важную роль в патогенезе хронического бескаменного холецистита. Поскольку артерия желчного пузыря является терминальной артерией, ишемический некроз стенки желчного пузыря является распространенным явлением при недостаточном кровоснабжении [37, 44, 45]. Различные сопутствующие заболевания, такие как травмы, сердечно-сосудистые операции, септический шок, гиповолемический шок и ожоги, которые идентифицированы как этиологические факторы бескаменного холецистита, используют тканевую гипоксию в качестве доминирующего патофизиологического механизма [20]. Стресс (связанный с хирургическим вмешательством или травмой), гипотензия и применение вазоактивных препаратов могут вызывать сужение сосудов, что приводит к недостаточной перфузии. С другой стороны, холестаза увеличивает давление в полости желчного пузыря, тем самым уменьшая перфузию стенки желчного пузыря [46].

Barie P.S. et Eachempati S.R. [46] выдвинули теорию, согласно которой ишемия желчного пузыря и холестаза приводят к недостаточной перфузии. Авторы полагают, что реперфузионное повреждение может быть ключевым фактором, в то время как бактериальная инвазия играет вторичную роль. Длительная ишемия приводит к активации фосфолипазы A2 и супероксиддисмутазы, а также увеличению содержания перекиси липидов, что также может непосредственно приводить к повреждению и некрозу слизистой оболочки желчного пузыря [47].

Состояние локальной ишемии с гибелью клеток и некрозом желчного пузыря может быть вызвано развитием васкулита. Некротизирующий васкулит наблюдается в биоптатах желчного пузыря при хроническом вирусном гепатите В. В отчете Takeshita S. et al. [48] был представлен пациент с узловатым полиартериитом, связанным с гепатитом В. Гистопатологическое исследование желчного пузыря и печени выявило некротизирующий васкулит с фибриноидным некрозом в сосудах среднего размера. В исследовании Meier M. et al. [49] сообщается в развитии бескаменного холецистита, вызванного криоглобулинемическим васкулитом. Было обнаружено, что, подобно другим вирусам, вирус Зика вызывает микроангиопатию сосудов желчного пузыря у пациента с ослабленным иммунитетом [50]. Возникающий при лептоспирозе бескаменный холецистит также связан с формированием васкулита [51]. Лептоспирозная инфекция, по-видимому, вызывает повреждение эндотелия и утечку сосудистой жидкости, что приводит к отеку стенок желчного пузыря. Наконец, было также обнаружено, что *Rickettsia rickettsii* вызывает повреждение сосудов и неокклюзионный тромбоз, приводящий к развитию бескаменного холецистита [52].

Другим этиологическим фактором выступают нарушения желчевыделения, которые сопровождают такие состояния как длительное голодание, парентеральное питание, кишечная непроходимость и тяжелое обезвоживание, вызванное ожогами и травмами [37, 53].

Длительное голодание и парентеральное питание были связаны с образованием желчного сладжа из-за отсутствия стимуляции желчного пузыря холецистокинином [46, 54]. Следует отметить, что согласно 10-летнему ретроспективному обзору, для образования желчного осадка у 50% пациентов требовалось не менее 4 недель парентерального питания. К 6 неделям у всех пациентов развился сладж желчи [46].

Фактором, связанным с концентрацией желчи, является уменьшение объема, которое обычно наблюдается у пациентов в критическом состоянии [46]. Сгущение желчи повышает внутрипросветное давление и в соответствии с принципом Лапласа (напряжение = давление × радиус) увеличивается напряжение стенки органа. Таким образом, артериальный, лимфатический и венозный приток к стенке желчного пузыря нарушается [55].

Механическая вентиляция с положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ) также участвует в индукции застоя желчи. ПДКВ от 7 до 10 см водного столба увеличивает венозное давление в печени, что приводит к снижению портальной перфузии [56]. Кроме того, застой желчи изменяет химический состав желчи, вызывая непосредственно травму слизистой желчного пузыря. Например, было показано, что

лизифосфатидилхолин, который обнаруживается в желчи пациентов с острым холециститом, вызывает обширное повреждение слизистой оболочки дозозависимым образом [20].

Интраоперационное и послеоперационное введение седативных средств и анальгетиков также может влиять на сокращение желчного пузыря и функцию сфинктера Одди, что в дальнейшем может вызвать холестаз [57, 58]. Кроме того, гормоны (эстроген и прогестерон) и некоторые лекарственные средства (оральные контрацептивы, тиазиды, цефтриаксон, октреотид, эритромицин, ампициллин, сунитиниб и др.) подавляют диастолу и сокращение гладкой мускулатуры желчного пузыря, что вызывает холестаз [59, 60].

Определенное значение в патогенезе бескаменного холецистита имеет аномальное анатомическое строение системы желчевыводящих путей. По этой причине у детей врожденные пороки развития (например, многослойный желчный пузырь, киста холедоха) острый холецистит у детей всегда считается бескаменным холециститом [13]. Врожденное нарушение развития желчевыводящих путей вызывает нарушение опорожнения желчи из-за таких факторов, как удлиненная шейка желчного пузыря, перекрут желчного пузыря, билиарные кисты и стеноз диаметра трубы [37]. Желчный пузырь выполняет моторные функции: опорожняется на 20-30% с интервалом 1-2 часа натощак и на 70-80% после стимуляции холецистокинином во время приема пищи [61]. Взаимодействие между сокращением и расслаблением желчного пузыря играет жизненно важную роль в поступлении солей желчи в энтерогепатическую циркуляцию для облегчения всасывания липидов и жирорастворимых витаминов [1, 62]. Таким образом, ослабленная перистальтика желчного пузыря приводит к задержке желчи, что может увеличить риск возникновения бескаменного холецистита [63]. Более того, Falk V. et al. [64] сообщили о пациенте с синдромом Мирицци, у которого интраоперационно был обнаружен полный внутривнутрипеченочный желчный пузырь, вызывающий компрессию общего печеночного протока.

Сопутствующие факторы, такие как сахарный диабет, артериальная гипертензия, атеросклероз, васкулит, инсульт и иммунодефициты (системная красная волчанка, синдром активации макрофагов и СПИД), могут повышать риск развития бескаменного холецистита [65-69]. Kullmann T. et al. [44] показали, что нервные факторы также могут вызывать бескаменный холецистит. По мнению авторов, любой фактор, снижающий тонус блуждающего нерва, может привести к возникновению бескаменного холецистита или может быть фактором, способствующим возникновению холецистита. Отдельные случаи бескаменного холецистита наблюдались у пациентов, получавших терапию интерлейкином-2, терапию лимфокин-активированными клетками-киллерами и трансплантацию костного мозга [70]. Помимо высокой концентрации солей желчи, другие компоненты желчи, такие как гемолитический фосфатидилхолин и глюкуроксидаза, также связаны с развитием бескаменного холецистита [37].

В систематизированном виде сложный патогенез бескаменного холецистита представлен на рисунке 1.

В целом, анализ этиопатогенетических аспектов бескаменного холецистита позволяет заключить, что данное заболевание поражает как здоровых, так и находящихся в критическом состоянии пациентов. Необходимо подчеркнуть, что формирование заболевания может быть представлено множественными патогенетическими механизмами, имеющими как самостоятельное значение, так и участвующие одновременно. Знание о возможных этиологических факторах и механизмах развития бескаменного холецистита позволит наиболее оптимально выбрать эффективную терапию для данной патологии.



Рисунок 1 - Патогенез бескаменного холецистита [37]

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ТЕРАПИИ ХРОНИЧЕСКОГО БЕСКАМЕННОГО ХОЛЕЦИСТИТА**

Лечебные физические факторы находят активное применение в терапии хронического бескаменного холецистита, которые, проявляя свою корригирующую активность в отношении ведущих механизмов данного заболевания и не обладая побочными эффектами, существенно увеличивают период ремиссии в отдаленном периоде наблюдений после завершения лечения [71].

Известно, что физиотерапевтические факторы оказывают разностороннее действие на организм пациента, среди которых можно выделить местное, сегментарно-рефлекторное и генерализованное воздействие. Их лечебный потенциал объясняется поглощением электрической, механической, тепловой и другими видами энергии, ее трансформацией в разнообразные физико-химические реакции, что, в конечном счете, интегрируется в изменение состояния пациентов в целом [72]. Установлено, что физический фактор инициирует физиологические реакции в различных функциональных системах [73].

Согласно Пономаренко Г.Н., применение физических методов в терапии хронического бескаменного холецистита лечения должно быть нацелено на основные патогенетические звенья заболевания, оказывая противовоспалительное, анальгетическое, холекинетическое, спазмолитическое и седативное действие [74].

Анальгетический эффект при хроническом бескаменном холецистите может быть получен при применении синусоидальных модулированных токов (СМТ), диадинамотерапии, лекарственным электрофорезе [75, 76]. В обзорной статье Поддубной О.А., анализируя формирование обезболивающего эффекта амплипульстерапии (АПТ, СМТ), автор выделяет три важных механизма [75]:

- снижение потока болевой импульсации за счет блокады афферентных проводников в ЦНС;
- формирование доминантного очага раздражения в ЦНС, который оказывает тормозное влияние на восприятие боли;
- повышение концентрации  $\beta$ -эндорфинов в крови, обладающих анальгетической активностью.

Не менее важным в терапевтическом плане эффектом АПТ выступает способность фактора оказывать раздражающее действие на нервно-мышечный аппарат стенки желчного пузыря и вызывать его сокращение, чем проявляется холекинетическая активность СМТ. Вторичными эффектами АПТ, играющими значение в регрессии клинической симптоматики, противовоспалительный и регенераторный, в основе которых лежит способность СМТ усиливать локальный кровоток и оказывать лимфодренажное действие, способствуя вымыванию продуктов воспалительного распада и усиливая метаболизм за счет усиленной доставки субстратов [75].

В исследовании Шейкиной А.И. и Кнышовой В.В. наряду с положительной динамикой клинического состояния, обусловленного анальгетическим и прокинетическим действием СМТ-терапии, представлены результаты влияния физиофактора на обменные процессы у пациентов с хроническим бескаменным холециститом [76]. Авторы отмечают, что курсовое применение АПТ способствует нормализации липидного профиля крови за счет снижения его атерогенного потенциала, а также уменьшает выраженность печеночной цитодеструкции, оцениваемой по регрессивной динамике уровня ферментемии для аминотрансфераз и щелочной фосфатазы. По мнению исследователей, совокупность метаболических эффектов СМТ-терапии обусловлено положительным влиянием на функциональное состояние печени за счет улучшения региональной гемодинамики органа, а также усиления адаптационно-трофического действия симпатического отдела ВНС.

Выраженным противовоспалительным эффектом при хроническом бескаменном холецистите обладает УВЧ-терапия, применение которой сопровождается переходом поглощенной энергии ЭМП в тепловую [77]. В результате наблюдается усиление местного лимфо- и кровотока, повышение проницаемости микроциркуляторного русла, что сопровождается ускоренной деградацией продуктов воспаления и снижением воспалительного отека тканей и болевых нервных волокон, вызывая развитие анальгетического эффекта [71, 74].

Противовоспалительный эффект при хроническом бескаменном холецистите наблюдается при использовании ультразвуковой терапии. В основе эффекта лежит способность физического фактора вызывать местное повышение температуры с последующей дилатацией сосудов и усиления локального кровотока в месте воздействия [72].

Фактором, усиливающим эффективность терапии пациентов с хроническим бескаменным холециститом, выступает магнитотерапия [78, 79]. В исследовании, выполненном Кулаковской Т.В. и Зурначевым В.Ф. [78], убедительно показано, что дополнительное использование общей магнитотерапии с помощью аппарата «Магнитотурботрон» усиливает терапевтический потенциал питьевых минеральных вод за счет нормализации процессов свертывания крови и улучшения кровоснабжения органов гепатобилиарной системы. Использование низкочастотного вихревого магнитного поля с индукцией 2,5 мТл реализует свое саногенетическое влияние на различные органы и системы организма, что проявляется достоверным повышением клинической эффективности лечения пациентов с бескаменным холециститом на 18-24% [78].

Основными терапевтическими эффектами низкочастотной магнитотерапии, по мнению Абрамовича С.Г., выступают противовоспалительный и противоотечный [80]. Антифлогистическая активность магнитотерапевтического воздействия обусловлена улучшением микроциркуляции, снижением свертывающего потенциала крови, а также усилением глюкокортикоидной секреции. Деконгестивное действие магнитного поля реализуется через усиление микронасосной функции в результате активации мышечных сокращений. Дополнительно наблюдается повышенная гидратация ионов, способствующая переходу воды из внеклеточной жидкости в сосуд. Автор отмечает также, что определенную роль в реализации противовоспалительного действия низкочастотной магнитотерапии играет способность физиофактора оказывать влияние на клеточное и гуморальное звенья иммунитета, в результате чего повышается активность фагоцитоза, снижается уровень циркулирующих иммунных комплексов и медиаторов воспаления [80].

В работе Назаровой Э.М. показано, что применение магнитотерапии в ее различных вариантах при хроническом бескаменном холецистите высоко эффективна, что проявляется не только в регрессе клинических проявлений заболевания, но и в нормализации физико-химических свойств желчи и моторики желчного пузыря [79].

Использование высокочастотной магнитотерапии способствует проявлению спазмолитического действия в отношении желчевыводящих путей. Воздействие физиотерапевтического фактора снижает афферентную проводимость импульса, участвующую в формировании доминирующего очага возбуждения в ЦНС, в результате чего снижается тонус гладкомышечных клеток с последующим развитием спазмолитического эффекта [71, 74].

В исследовании Григоряна Э.Г. и Серобян Н.С. представлены результаты использования магнитолазерного воздействия при хроническом бескаменном холецистите [81]. Установлено, что сочетанное использование магнитного и лазерного факторов оказывает положительное влияние на клинико-лабораторные проявления некалькулезного холецистита, а также на состояние гастродуоденальной системы. По мнению исследователей, в качестве основного механизма выступает способность физиофакторов стимулировать иммунную систему организма и оказывать бактерицидное действие на *H. Pylori* [81].

Результаты комплексного лечения больных хроническим бескаменным холециститом в сочетании с описторхозом, основанный на курсовом применении КВЧ-терапии с учетом хронобиологической активности желчевыводящей системы, представлены в исследовании Поддубной О.А. [82]. Автором установлено, что терапевтическая эффективность использования лечебного физического фактора в режиме фонового резонансного излучения проявляется усилением кровотока в гепатобилиарной области, положительным влиянием на параметры функциональной активности желчевыводящей системы (нормализация объемных и сократительных параметров желчного пузыря, снижение литогенного потенциала желчи) и регрессом некротовоспалительных проявлений [82].

Самостоятельное терапевтическое значение в терапии хронического бескаменного холецистита имеет применение физиотерапевтических факторов, оказывающих седативное действие. В качестве седативного средства при воспалительных заболеваниях желчевыводящей системы выступает электросонотерапия, которую проводят по глазоретромастоидальной методике [71, 74]. Воздействие импульсными токами на гипногенные структуры головного мозга снижает восходящее активирующее влияние на кору и активирует процессы внутреннего торможения [83]. Наблюдаемое активирующее влияние электросна на серотонинергические нейроны с накоплением серотонина снижает условно-рефлекторную деятельность и эмоциональную активность пациентов. В результате миорелаксирующий и анальгетический эффекты с последующим снижением выраженности симптомов воспаления желчного пузыря [74].

В целом, применение физиотерапии при хроническом бескаменном холецистите носит оправданный характер, поскольку, реализуя свой биологический и терапевтический потенциал за счет влияния на основные звенья патогенеза заболевания, использование лечебных физических факторов вызывает развитие выраженного клинического эффекта с длительной ремиссией.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, мультивариантный характер этиопатогенеза хронического бескаменного холецистита предполагает комплексный подход к применению терапевтических воздействий. Развитие физиотерапевтического направления при построении программ медицинской реабилитации пациентов с холециститом, должно опираться на комплексный подход к применению лечебных физических факторов. Наиболее перспективным в этом отношении выглядит сочетанное применение амплипульс- (СМТ) и магнитотерапии, отличающихся по модальности, механизмам действия и точкам приложения своего корригирующего эффекта, несет в себе ряд преимуществ, проявляющихся, прежде всего, количественными параметрами клинического эффекта. Речь идет об супрааддитивном взаимодействии физиофакторов, которое проявляется развитием потенцирующего терапевтического эффекта. Дополнительными преимуществами комплексного использования данных лечебных физических факторов выступает

отсутствие привыкания организма к воздействию стимулу, а также снижение дозы и кратности воздействия, что делает менее утомительным курс процедур для пациента.

**ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:**

1. Волевач Л.В., Габбасова Л.В., Нафикова А.Ш. и др. Хронический некалькулезный холецистит и ожирение: факторы риска, клинико-функциональные особенности. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком»; 2022: 82.  
Volevach L.V., Gabbasova L.V., Nafikova A.Sh. and others. Chronic non-calculous cholecystitis and obesity: risk factors, clinical and functional features. Tambov: Ucom Consulting Company LLC; 2022: 82. (In Russ.).
2. Кукош М.В., Федоров В.Э., Логвина О.А. Эпидемиологические особенности течения неопухоловой механической желтухи (сравнительный клиникостатистический обзор). Медицинский альманах. 2019; 3-4 (60): 102–109.  
Kukosh M.V., Fedorov V.E., Logvina O.A. Epidemiological features of the course of non-tumor obstructive jaundice (comparative clinical and statistical review). Medical almanac. 2019; 3-4 (60): 102–109. (In Russ.).
3. Печерских М.В. Функциональное состояние печени у больных хроническим некалькулезным холециститом: дис. ... канд. мед. наук. Ижевск; 2022:159.  
Pecherskikh M.V. Functional state of the liver in patients with chronic noncalculous cholecystitis: dis. ...cand. honey. Sci. Izhevsk; 2022:159. (In Russ.).
4. Li Z.Z., Guan L.J., Ouyang R. et al. Global, regional, and national burden of gallbladder and biliary diseases from 1990 to 2019. *World J Gastrointest Surg.* 2023;15(11):2564-2578.
5. Cen L., Pan J., Zhou B. et al. Helicobacter Pylori infection of the gallbladder and the risk of chronic cholecystitis and cholelithiasis: A systematic review and meta-analysis. *Helicobacter.* 2018; 23(1). doi: 10.1111/hel.12457.
6. Brown K.E., Hirshberg J.S., Conner S.N. Gallbladder and Biliary Disease in Pregnancy. *Clin Obstet Gynecol.* 2020;63(1):211-225.
7. Escartín A., González M., Muriel P. et al. Litiatic acute cholecystitis: application of Tokyo Guidelines in severity grading. *Cir Cir.* 2021;89(1):12-21.
8. Murphy M.C., Dempsey P.J., Gillespie C.D. et al. Increased incidence of acute calculous cholecystitis observed during COVID-19 social restrictions. *Ir J Med Sci.* 2022;191(1):229-232.
9. Холецистит. Клинические рекомендации; 2021:43.  
Cholecystitis. Clinical guidelines; 2021:43. (In Russ.).
10. Lee J.M., Boll D.T. Disease of the Gallbladder and Biliary Tree: Hodler J, Kubik-Huch RA, von Schulthess GK, editors. *Diseases of the Abdomen and Pelvis 2018-2021: Diagnostic Imaging - IDKD Book [Internet]. Cham (CH): Springer; 2018. doi: 10.1007/978-3-319-75019-4\_5*
11. Lim J.H., Kim K.W., Choi D-i. Biliary tract and gallbladder: Haaga JR, Boll DT, editors. *CT and MRI of the whole body.* 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017: 1192–267.
12. Boninsegna S., Storato S., Riccardi N. et al. Epstein-Barr Virus (EBV) acute acalculous cholecystitis in an immunocompromised adult patient: a case report and a literature review of a neglected clinical presentation. *J Prev Med Hyg.* 2021;62(1):237–242.
13. Poddighe D., Sazonov V. Acute acalculous cholecystitis in children. *World J Gastroenterol.* 2018; 24(43): 4870–4879.
14. Castelijns D.A.R., Wattel-Louis G.H. An acute acalculous cholecystitis in a returned travel couple. *PLoS Negl Trop Dis.* 2018; 12(3):e0006177. doi: 10.1371/journal.pntd.0006177.
15. Iqbal S., Khajinoori M., Mooney B. A case report of acalculous cholecystitis due to Salmonella paratyphi B. *Radiol Case Rep.* 2018; 13(6): 1116–1118.
16. Awan J.R., Akhtar Z., Inayat F. et al. Acute acalculous cholecystitis as a rare gastroenterological association of COVID-19: a case series and systematic review. *J Clin Transl Res.* 2023; 9(2): 133–143.
17. Hariz A., Beji I., Hamdi M.S. et al. Brucellosis, an uncommon cause of acute acalculous cholecystitis: two new cases and concise review. *BMJ Case Rep.* 2019; 12(9): e229616. doi: 10.1136/bcr-2019-229616.
18. Kc O., Dahal P.H., Koirala M. et al. Acute cholecystitis associated with Brucella melitensis bacteremia: A rare intraabdominal manifestation of brucellosis. *Clin Case Rep.* 2022; 10(4):e05765. doi: 10.1002/ccr3.5765.
19. Szvalb A.D., Kontoyiannis D.P. Acute acalculous cholecystitis due to Fusarium species and review of the literature on fungal cholecystitis. *Mycoses.* 2019; 62(9):847–853.
20. Markaki I., Konsoula A., Markaki L. et al. Acute acalculous cholecystitis due to infectious causes. *World J Clin Cases.* 2021; 9(23): 6674–6685.
21. Menendez A., Arena E.T., Guttman J.A. et al. Salmonella infection of gallbladder epithelial cells drives local inflammation and injury in a model of acute typhoid fever. *J Infect Dis.* 2009; 200(11): 1703-1713.
22. Obasi A.A., Igboanugo A.A. Gall Bladder Complications Resulting from Typhoid Fever in Children: Challenges of Management and Lessons Learned. *J West Afr Coll Surg.* 2020; 10(1): 35–38.
23. Salajegheh F., Shafieipour S., Najminejad Z. et al. HAV-induced acalculous cholecystitis: A case report and literature review. *Clin Case Rep.* 2023; 11(4):e7254. doi: 10.1002/ccr3.7254.

24. Loh N.M.H., Doshi B., Pang N.Q. Late-onset cytomegalovirus cholangiopathy in a renal transplant patient: Case report and review of the literature. *JGH Open.* – 2023; 7(11): 803–805.
25. Riediger C., Beimler J., Weitz J. Cytomegalovirus infection of the major duodenal papilla in a renal allograft recipient with severe biliary obstruction and acalculous cholecystitis. *Transpl Infect Dis.* 2013; 15(4): E129–E133.
26. Hinnant K., Schwartz A., Rotterdam H. et al. Cytomegaloviral and cryptosporidial cholecystitis in two patients with AIDS. *Am J Surg Pathol.* 1989; 13(1): 57–60.
27. Agholi M., Aliabadi E., Hatam G.R. Cystoisosporiasis-related human acalculous cholecystitis: the need for increased awareness. *Pol J Pathol.* 2016; 67(3): 270–276.
28. Noor M., Katzman P.J., Huber A.R. et al. Unexpectedly High Prevalence of *Cystoisospora belli* Infection in Acalculous Gallbladders of Immunocompetent Patients. *Am J Clin Pathol.* 2019; 151(1): 100–107.
29. Agholi M., Heidarian H.R., Moghadami M. et al. First detection of acalculous cholecystitis associated with *Sarcocystis* infection in a patient with AIDS. *Acta Parasitol.* 2014; 59(2): 310–315.
30. Mathison B.A., Pritt B.S. Cyclosporiasis-Updates on Clinical Presentation, Pathology, Clinical Diagnosis, and Treatment. *Microorganisms.* 2021; 9(9):1863. doi: 10.3390/microorganisms9091863.
31. Knapp P.E., Saltzman J.R., Fairchild P. Acalculous cholecystitis associated with microsporidial infection in a patient with AIDS. *Clin Infect Dis.* 1996; 22(1): 195–196.
32. Numan L., Hayajneh W.A., Kiwan W. Disseminated Histoplasmosis Presenting as Obstructive Jaundice. *ACG Case Rep J.* 2023; 10(10):e01173. doi: 10.14309/crj.0000000000001173.
33. Chen P.L., Lee H.C., Shan Y.S. et al. Respiratory failure and acalculous cholecystitis in a patient with AIDS and disseminated tuberculosis: masking effect of fluoroquinolone monotherapy and immune restoration syndrome. *Int J Infect Dis.* 2009; (4): e165–e168.
34. Liu L., Zhao Z., Hou X. et al. Effect of sphincter of Oddi dysfunction on the abundance of biliary microbiota (biliary microecology) in patients with common bile duct stones. *Front Cell Infect Microbiol.* 2022; 12:1001441. doi: 10.3389/fcimb.2022.1001441.
35. Du M., Suo J., Liu B. et al. Post-ERCP infection and its epidemiological and clinical characteristics in a large Chinese tertiary hospital: a 4-year surveillance study. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2017; 6:131. doi: 10.1186/s13756-017-0290-0.
36. Hutfless S., Shiratori Y., Chu D. et al. Risk factors for infections after endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP): a retrospective cohort analysis of US Medicare Fee-For-Service claims, 2015-2021. *BMJ Open.* 2022; 12(9):e065077. doi: 10.1136/bmjopen-2022-065077.
37. Fu Y., Pang L., Dai W. et al. Advances in the Study of Acute Acalculous Cholecystitis: A Comprehensive Review. *Dig Dis.* 2022; 40(4): 468–478.
38. Abreu C., Santos L., Póinhos R. et al. Acute acalculous cholecystitis in malaria: a review of seven cases from an adult cohort. *Infection.* 2013; 41(4): 821–826.
39. Agergaard J., Larsen C.S. Acute acalculous cholecystitis in a patient with primary Epstein-Barr virus infection: a case report and literature review. *Int J Infect Dis.* 2015; 35: 67–72.
40. Harvey K.G., Tice J.G., Sigal A. Epstein-Barr Virus Causing Clinical Jaundice and Acute Acalculous Cholecystitis in a Previously Healthy 17-Year-Old Girl. *Am J Case Rep.* 2021; 22:e932285. doi: 10.12659/AJCR.932285.
41. Mattone E., Sofia M., Schembari E. et al. Acute acalculous cholecystitis on a COVID-19 patient: a case report. *Ann Med Surg (Lond).* 2020; 58: 73–75.
42. Roy J., Sahu N., Golamari R. et al. Acute Acalculous Cholecystitis in a Patient With COVID-19 and a LVAD. *J Card Fail.* 2020; 26(7):639. doi: 10.1016/j.cardfail.2020.06.002.
43. Alhassan S.M., Iqbal P., Fikrey L. et al. Post COVID 19 acute acalculous cholecystitis raising the possibility of underlying dysregulated immune response, a case report. *Ann Med Surg (Lond).* 2020; 60: 434–437.
44. Kullmann T., Issekutz Á., Oláh A. et al. Akut acalculosus cholecystitis: a mindennapostól a nagyon ritkáig [Acute acalculous cholecystitis: from common to rare causes]. *Orv Hetil.* – 2014; 155(3): 89–91.
45. Hui C.L., Loo Z.Y. Vascular disorders of the gallbladder and bile ducts: Imaging findings. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2021; 28(10): 825–836.
46. Barie P.S., Eachempati S.R. Acute acalculous cholecystitis. *Gastroenterol Clin North Am.* 2010; 39(2): 343–357.
47. Бровко Ю.И., Соцкая Я.А. Показатели активности ферментов антиоксидантной защиты у больных неалкогольным стеатогепатитом с сопутствующим хроническим некалькулезным холециститом и ожирением. Морфологический альманах имени В.Г. Ковешникова. 2022; 20, № 3: 20–24.  
Brovko Yu.I., Sotskaya Ya.A. Indicators of antioxidant defense enzyme activity in patients with non-alcoholic steatohepatitis with concomitant chronic acalculous cholecystitis and obesity. *Morphological almanac named after V.G. Koveshnikov.* 2022; 20, No. 3: 20–24. (In Russ.).
48. Takeshita S., Nakamura H., Kawakami A. et al. Hepatitis B-related polyarteritis nodosa presenting necrotizing vasculitis in the hepatobiliary system successfully treated with lamivudine, plasmapheresis and glucocorticoid. *Intern Med.* 2006; 45(3): 145–149.
49. Meier M., Holl-Ulrich K., Perras B. A rare manifestation of cryoglobulinemic vasculitis: acalculous cholecystitis. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2005; 3(10): XXVI. doi: 10.1016/s1542-3565(04)00722-0.

50. Ono S.K., Bassit L., Van Vaisberg V. et al. Acute acalculous cholecystitis during zika virus infection in an immunocompromised patient. *Hepatology*. 2018; 67(5): 2051–2054.
51. Davies P., Aoyagi Y. Leptospirosis presenting as acute acalculous cholecystitis. *Clin Case Rep.* – 2017; 5(11): 1775–1779.
52. Walker D.H., Lesesne H.R., Varma V.A. et al. Rocky Mountain spotted fever mimicking acute cholecystitis. *Arch Intern Med*. 1985; 145(12): 2194–2196.
53. Zhang Y., Wang K., Wang Y. et al. Correlation of Inpatients Suffering from Acute Acalculous Cholecystitis during ICU Treatment with Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II Score, Duration of Ventilator Use, and Time on Total Parenteral Nutrition. *Comput Math Methods Med*. 2022; 2022:3407997. doi: 10.1155/2022/3407997.
54. Lee C.E., Lee S.J., Moon J.I. et al. Acute cholecystitis in old adults: the impact of advanced age on the clinical characteristics of the disease and on the surgical outcomes of laparoscopic cholecystectomy. *BMC Gastroenterol*. 2023; 23(1):328. doi: 10.1186/s12876-023-02954-6.
55. McChesney J.A., Northup P.G., Bickston S.J. Acute acalculous cholecystitis associated with systemic sepsis and visceral arterial hypoperfusion: a case series and review of pathophysiology. *Dig Dis Sci*. 2003; 48(10): 1960–1967.
56. Mossaab G., Ben Khelifa M., Karim N. et al. Acute acalculous cholecystitis in hospitalized patients in intensive care unit: study of 5 cases. *Heliyon*. 2022; 8(11):e11524. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11524.
57. Treinen C., Lomelin D., Krause C. et al. Acute acalculous cholecystitis in the critically ill: risk factors and surgical strategies. *Langenbecks Arch Surg*. 2015; 400(4): 421–427.
58. Walsh K., Goutos I., Dheansa B. Acute Acalculous Cholecystitis in Burns: A Review. *J Burn Care Res*. 2018; 39(5): 724–728.
59. da Fonseca L.G., Barroso-Sousa R., Sabbaga J. et al. Acute acalculous cholecystitis in a patient with metastatic renal cell carcinoma treated with sunitinib. *Clin Pract*. 2014; 4(1): 635. doi: 10.4081/cp.2014.635.
60. Croteau D., Flowers C., Kulick C.G. et al. Acute acalculous cholecystitis: A new safety risk for patients with MS treated with alemtuzumab. *Neurology*. 2018; 90(18): e1548–e1552.
61. Jones M.C., Vaqar S. Cholecystokinin Test. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 32809658.
62. Chen Y., Kong J., Wu S. Cholesterol gallstone disease: focusing on the role of gallbladder. *Lab Invest*. 2015; 95(2): 124–131.
63. Ding F., Guo R., Chen F. et al. Impact of interstitial cells of Cajal on slow wave and gallbladder contractility in a guinea pig model of acute cholecystitis. *World J Gastrointest Surg*. 2023; 15(6): 1068–1079.
64. Falk V., Low G., Bigam D. et al. Acute acalculous cholecystitis of an intrahepatic gallbladder causing Mirizzi's syndrome. *BMJ Case Rep*. 2018; 2018:bcr2018224365. doi: 10.1136/bcr-2018-224365.
65. Kudo N., Takaoka H., Shimomura T. et al. Systemic Lupus Erythematosus-associated Acute Acalculous Cholecystitis Successfully Treated by a Corticosteroid Combined with Azathioprine. *Intern Med*. 2019; 58(19): 2879–2885.
66. Otsuka Y., Inoue Y. So-called Acute Acalculous Cholecystitis in Macrophage Activation Syndrome. *Intern Med*. 2016; 55(20): 3043–3046.
67. Kuroi Y., Imazato D., Yamazaki K. et al. Acute cholecystitis in patients with stroke. *Neurol India*. 2019; 67(2): 439–441.
68. Thampy R., Khan A., Zaki I.H. et al. Acute Acalculous Cholecystitis in Hospitalized Patients With Hematologic Malignancies and Prognostic Importance of Gallbladder Ultrasound Findings. *J Ultrasound Med*. 2019; 38(1): 51–61.
69. Arai Y., Ishikawa Y., Abe K. et al. A Recurrent Case of Adult-onset Still's Disease with Concurrent Acalculous Cholecystitis and Macrophage Activation Syndrome/Хемофагоцитарный Лимфоистiocytosis Successfully Treated with Combination Immunosuppressive Therapy. *Intern Med*. 2021; 60(12): 1955–1961.
70. Miura F., Okamoto K., Takada T. et al. Tokyo Guidelines 2018: initial management of acute biliary infection and flowchart for acute cholangitis. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2018; 25(1): 31–40.
71. Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2020: 368.  
Ponomarenko G.N. General physiotherapy: textbook. Moscow: GEOTAR-Media; 2020: 368. (In Russ.).
72. Пономаренко Г.Н. Физиотерапия: учебник. Г.Н. Пономаренко, В.С. Улащик. М., 2015: 324.  
Ponomarenko G.N. Physiotherapy: textbook. G.N. Ponomarenko, V.S. Ulashchik. M., 2015: 324. (In Russ.).
73. Григорьев К.И., Григорьева О.К., Мазурина С.В. и др. Физические методы лечения детей с заболеваниями билиарного тракта. *Медицинская сестра*. 2022; 24(3): 20–29.  
Grigoriev K.I., Grigorieva O.K., Mazurina S.V. et al. Physical methods of treating children with biliary tract diseases. *Nurse*. 2022; 24(3): 20–29. (In Russ.).
74. Пономаренко Г.Н., Сокуров А.В., Барсуков А.В. и др. Физическая и реабилитационная медицина. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014: 912.  
Ponomarenko G.N., Sokurov A.V., Barsukov A.V. et al. Physical and rehabilitation medicine. National guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2014: 912. (In Russ.).
75. Поддубная О.А. Синусоидальные модулированные токи в клинической физиотерапии. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2017; 16(1): 39–47.  
Poddubnaya O.A. Sinusoidal modulated currents in clinical physiotherapy. *Physiotherapy, balneology and rehabilitation*. 2017; 16(1): 39–47. (In Russ.).

76. Шейкина А.И., Кнышова В.В. Влияние синусоидальных модулированных токов на состояние липидного и белкового обмена у больных хроническим некалькулезным холециститом. Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2012; 32(3): 77–83.  
Sheykina A.I., Knysheva V.V. Effect of sinusoidal modulated currents on the state of lipid and protein metabolism in patients with chronic acalculous cholecystitis. Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences. 2012; 32(3): 77–83. (In Russ.).
77. Докучаева О.В., Козлова М.И., Минзулина Л.В. УВЧ-терапия в комплексном лечении хронических заболеваний желчевыделительной системы / О.В. Докучаева, // Развитие медицинской реабилитации на Дальнем Востоке. Материалы XIX Межрегиональной научно-практической конференции реабилитологов Дальнего Востока, посвященной 150-летию образования первой дальневосточной здравницы «Анненские воды» и 30-летию кафедры Медицинской реабилитации и физиотерапии Дальневосточного государственного медицинского университета. Хабаровск: Дальневосточный государственный медицинский университет; 2016: 94–97.  
Dokuchaeva O.V., Kozlova M.I., Minzulina L.V. UHF therapy in the complex treatment of chronic diseases of the biliary system / O.V. Dokuchaeva, // Development of medical rehabilitation in the Far East. Proceedings of the XIX Interregional Scientific and Practical Conference of Rehabilitation Specialists of the Far East, Dedicated to the 150th Anniversary of the First Far Eastern Health Resort "Annenskie Vody" and the 30th Anniversary of the Department of Medical Rehabilitation and Physiotherapy of the Far Eastern State Medical University. Khabarovsk: Far Eastern State Medical University; 2016: 94–97. (In Russ.).
78. Кулаковская Т.В., Зурначев В.Ф. Лечебные факторы кисловодского курорта и системная магнитотерапия в восстановительном лечении больных хроническим бескаменным холециститом в сочетании с абдоминальным ожирением. Современные вопросы биомедицины. 2018; 1(2): 100–108.  
Kulakovskaya T.V., Zurnachev V.F. Therapeutic Factors of the Kislovodsk Resort and Systemic Magnetic Therapy in the Rehabilitation Treatment of Patients with Chronic Acalculous Cholecystitis Combined with Abdominal Obesity. Modern Issues in Biomedicine. 2018; 1(2): 100–108. (In Russ.).
79. Назарова Э.М. Применение общей магнитотерапии и сульфидных ванн в санаторной терапии больных с метаболическим синдромом: автореф. дис. ... канд. мед.наук. М., 2012: 23.  
Nazarova E.M. Application of general magnetic therapy and sulfide baths in sanatorium therapy of patients with metabolic syndrome: author is abstract. dis. ... candidate of medical sciences. Moscow, 2012: 23. (In Russ.).
80. Абрамович С.Г. Физиотерапия воспаления. Курортная медицина. 2021; 3: 6–21.  
Abramovich S.G. Physiotherapy of inflammation. Spa medicine. 2021; 3: 6–21. (In Russ.).
81. Григорян Э.Г., Серобян Н.С. Влияние магнитно-лазерной терапии на состояние гастродуоденальной системы у больных хроническим некалькулезным холециститом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2019; 96(4): 19–24.  
Grigoryan E.G., Serobyann N.S. The effect of magnetic laser therapy on the state of the gastroduodenal system in patients with chronic acalculous cholecystitis. Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture. 2019; 96(4): 19–24. (In Russ.).
82. Поддубная О.А. Современные технологии КВЧ-терапии в комплексном лечении больных хроническим некалькулезным холециститом в сочетании с описторхозом, с учетом суточного биологического ритма: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Томск, 2009: 46.  
Poddubnaya O.A. Modern technologies of UHF therapy in the complex treatment of patients with chronic acalculous cholecystitis combined with opisthorchiasis, taking into account the circadian biological rhythm: author is abstract. dis. ... doctor of medical sciences. Tomsk, 2009: 46. (In Russ.).
83. Орехова Э.М. Электросонотерапия. Физиотерапевт. 2009; 4: 43–45.  
Orekhova E.M. Electrosleep therapy. Physiotherapist. 2009; 4: 43–45. (In Russ.).

## **ETIOPATHOGENETIC ASPECTS OF CHRONIC Acalculous CHOLECYSTITIS AND THERAPEUTIC USE OF MEDICAL PHYSICAL FACTORS (LITERATURE REVIEW)**

**Pankov O.A.<sup>1</sup>, Ivanova I.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Clinic "Studio Zdorovya", Kaliningrad, Russia

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution of Higher Professional Education "Central State Medical Academy", Moscow, Russia

### **ABSTRACT.**

The article presents an analytical review of the literature on the problem of the etiopathogenesis of chronic acalculous cholecystitis and its therapy using therapeutic physical factors. Analysis of the etiopathogenetic aspects of acalculous cholecystitis allows us to conclude that the development of the disease can be represented by multiple

pathogenetic mechanisms that are both independent and participate simultaneously. The multivariate nature of the etiopathogenesis of chronic acalculous cholecystitis suggests a comprehensive approach to the use of therapeutic effects. The use of physiotherapy in chronic acalculous cholecystitis is justified, since it realizes its biological and therapeutic potential by influencing the main links in the pathogenesis of the disease. The most promising in this regard is the combined use of amplipulse and magnetic therapy, which differ in modality, mechanisms of action and points of application of their corrective effect, which ensures the development of a potentiating therapeutic effect.

**Key words:** amplipulse therapy, complex physiotherapy, therapeutic physical factors, magnetotherapy, chronic acalculous cholecystitis, etiopathogenesis.

---

**Сведения об авторах**

*Паньков Олег Александрович – мануальный терапевт клиники «Студия Здоровья», г. Калининград. E-mail: ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6861-324X>*

*Иванова Ирина Ивановна - д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсами педиатрии, сестринского дела, клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «ЦГМА E-mail: [i.ivanova@mail.ru](mailto:i.ivanova@mail.ru); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8943-9321>*

---

**ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 614.71:876

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА США (EPA RADNET)**

**Хрипач Л.В.\* , Князева Т.Д., Мамонов Р.А., Савостикова О.Н., Слободян В.Г.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства России, 119121, г. Москва, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ.**

Национальная система радиационного мониторинга США RadNet была образована в 1973 г. Агентством по охране окружающей среды (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) путем слияния четырех национальных сетей для определения содержания радиоактивных веществ в атмосферном воздухе, осадках, питьевой воде и пастеризованном молоке. В 2005 – 2006 годах она была основательно перестроена. Основная цель функционирования RadNet была определена как радиационный мониторинг взвешенных частиц атмосферного воздуха, направленный на определение положения шлейфов при их переносе ветром на большие расстояния от аварийного источника. Для выполнения этой цели был разработан трехэтапный алгоритм расположения мониторов на территории США, включавший их первичную расстановку исходя из плотности населения, декластеризацию и заполнение «гэпов» по принципу максимальной удаленности от уже имеющихся локаций. Вероятность обнаружения шлейфов мониторами разработанной схемы при различных метеорологических условиях оценивалась с помощью компьютерных симуляций на модели атмосферной дисперсии HYSPLIT. В результате RadNet стала одним из ключевых участников в оценке возможных аварийных или террористических событий, хотя ее прямые функции не предусматривают мониторинга радиационно-опасных объектов и обеспечения раннего предупреждения о ядерных авариях. Текущие и архивные данные RadNet используются для изучения влияния естественного радиационного фона на заболеваемость населения и лабораторные показатели состояния организма человека.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** EPA RadNet, радиационный мониторинг, атмосферный воздух, взвешенные частицы, модель HYSPLIT, фоновые уровни, здоровье населения

**История создания EPA RadNet**

Национальная система радиационного мониторинга США (RadNet) была образована в 1973 г. Агентством по охране окружающей среды США (U.S. Environmental Protection Agency, EPA)<sup>†</sup> путем слияния четырех функционирующих на тот момент национальных сетей для определения содержания радиоактивных веществ в атмосферном воздухе, осадках, питьевой воде и пастеризованном молоке. В ранние годы своего существования эта объединенная сеть носила название ERAMS (the Environmental

\* Адрес для переписки: Хрипач Людмила Васильевна, E-mail: LKhripach@cspfmba.ru

**Цитирование.** Хрипач Л.В., Князева Т.Д., Мамонов Р.А., Савостикова О.Н., Слободян В.Г. Принципы построения и функционирования национальной системы радиационного мониторинга США (Epa radnet)/ Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024. 3: 14-26.

**Citation:**

Khripach L.V., Knyazeva T.D., Mamonov R.A., Savostikova O.N., Slobodyan V.G. Principles of construction and operation of the u.s. National radiation monitoring system (epa radnet) Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024. 3: 14-26.

<sup>†</sup> независимое (т.е. не относящееся к какому-либо министерству) федеральное агентство по охране окружающей среды, подчиняющееся непосредственно Федеральному правительству США (United States federal government). Создано в 1970 г. по распоряжению президента Ричарда Никсона.

Radiation Ambient Monitoring System) и вплоть до 2005 г. функционировала практически неизменной, в виде четырех частично пересекающихся подмножеств пунктов отбора проб (Рис. 1). На 30-ти из 112-ти станций отбирались только пробы питьевой воды, на 15-ти - только молока, еще на 7-ми - воды и молока, и только на 60-ти станциях определялась радиоактивность взвешенных частиц атмосферного воздуха в разных сочетаниях с анализом других проб (осадки, вода, молоко).

При этом, как это видно из Рис. 1, некоторые штаты имели по 3-4 станции радиационного мониторинга, располагающиеся в разных городах и отслеживающие пробы объектов окружающей среды в разных сочетаниях. Например, в штате Алабама было расположено 4 пункта отбора проб: в городах Дотан, Маскл Шолс и Скоттсборо для оценки радиоактивности питьевой воды и только в столице штата Монтгомери - для анализа всех четырех видов проб, включая атмосферный воздух. В Калифорнии, напротив, радиационный мониторинг взвешенных частиц атмосферного воздуха (плюс воды или молока) проводился в трех городах - Лос-Анджелес, Ричмонд и Сан-Франциско, а мониторинг только проб молока в одном городе – Сакраменто.

STATE	CITY	MEDIA
AL	Dothan	Drinking Water
	Montgomery	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water, Milk
	Muscle Shoals	Drinking Water
	Scottsboro	Drinking Water
AK	Fairbanks	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water
AZ	Phoenix	Air Particulates, Precipitation, Milk
AR	Little Rock	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water, Milk
CA	Los Angeles	Air Particulates, Drinking Water, Milk
	Richmond	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water
	Sacramento	Milk
	San Francisco	Air Particulates, Milk
CO	Denver	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water
CT	Hartford	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water, Milk
DE	Dover	Drinking Water, Milk
	Wilmington	Air Particulates, Precipitation
DC	Washington	Air Particulates
FL	Jacksonville	Air Particulates, Precipitation
	Miami	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water
	Tampa	Drinking Water, Milk
GA	Atlanta	Air Particulates, Milk
	Baxley	Drinking Water
	Savannah	Drinking Water
HI	Honolulu	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water, Milk
ID	Boise	Air Particulates, Precipitation, Drinking Water

Рис. 1. Фрагмент таблицы расположения пунктов радиационного мониторинга в объединенной сети ERAMS/RadNet до 2005 г. (Air Particulates – взвешенные частицы атмосферного воздуха, Precipitation - осадки, Drinking water - питьевая вода, Milk – пастеризованное молоко) [2, Приложение А].

Еще в середине 90-х годов руководство EPA обсуждало различные варианты перестройки RadNet, но только после террористической атаки на Всемирный торговый центр 9.11.2001 г. эти планы приобрели конкретные очертания и соответствующее бюджетное финансирование. В рамках укрепления национальной безопасности США было решено расширить и полностью перестроить ту часть системы ERAMS/RadNet, которая отвечала за оценку радиоактивности взвешенных частиц атмосферного воздуха и могла бы послужить источником ранних данных в случае радиологических или ядерных террористических актов. План перестройки RadNet включал увеличение количества стационарных мониторов с разработкой их оптимального распределения по территории США, применение более эффективного оборудования для измерения радиоактивности в режиме, близком к режиму реального времени, ускоренную передачу данных в единый контрольный центр, создание пула передвижных мониторов и другие аспекты, направленные на максимальную скорость предоставления актуальной информации организациям, ответственным за эвакуационные и прочие форс-мажорные меры.

#### **Разработка оптимальной схемы расположения мониторов на территории США**

Наиболее сложным аспектом перестройки сети RadNet была разработка оптимальной схемы расположения стационарных мониторов. При ограниченном бюджетном количестве (первоначально планировалось создать 180 мониторов) они должны были достоверно отражать состояние радиационной обстановки на территории США - обширной и крайне неоднородной по географическим, метеорологическим и демографическим факторам. Процесс разработки этой схемы, в котором принимали

участие различные подразделения EPA и DOE\* (USA Department of Energy), детально отражен в отчетных документах, хранящихся на сайте EPA [1-4], в том числе в двухтомном отчете «Expansion and Upgrade of the RadNet Air Monitoring Network» [1, 2], а также в ряде публикаций соисполнителей [5-8]. В то же время на русском языке этот интересный опыт разработки сети радиационного мониторинга до сих пор не описан – в частности, и потому, что материалы интернет-сайта EPA, в отличие от сайтов международных организаций МАГАТЭ и ВОЗ, не дублируются на других языках.

Следует отметить, что ни до, ни после перестройки сети RadNet в ее задачи не входил мониторинг выбросов атомных электростанций и других радиационно опасных объектов (РОО), который всегда, как и в других странах, оставался за эксплуатирующими организациями. Более того, с самого начала обсуждения плана сотрудниками Национальной лаборатории Саванна-Ривер† был четко обозначен водораздел между существующим алгоритмом мониторинга выбросов РОО (мониторы в количестве 15-30 штук располагаются по периметру вокруг основного источника) и планируемым алгоритмом работы сети национального мониторинга RadNet [1, 5]. Основной принцип функционирования сети RadNet был определен как мониторинг транспорта радиоактивных частиц преобладающими ветрами с перехватом шлейфа через десятки километров от аварийного источника; при этом не ставится задача зарегистрировать выброс радиоактивных веществ как можно раньше по месту их утечки или образования, и функция раннего предупреждения об аварии остается за локальными мониторами радиационно опасных объектов.

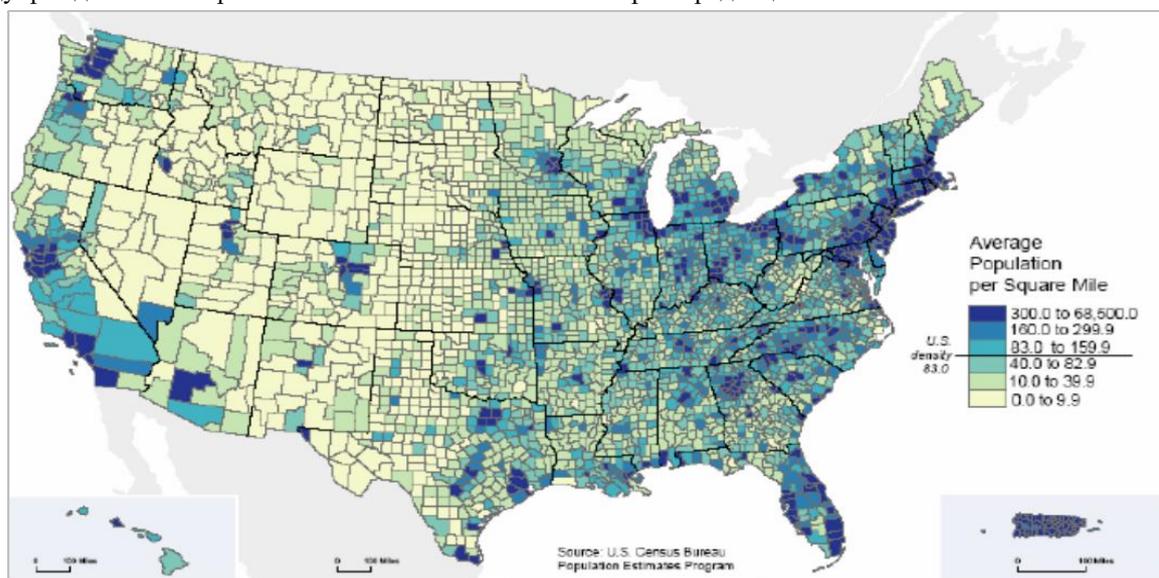


Рис. 2. Плотность населения на территории США в 2004 г. (Рис. 3.6.1. из [1]).

Исходно существовало два варианта распределения мониторов RadNet по территории США – исходя из равномерности покрываемой площади (the area-only based approach) и исходя из равномерности в покрываемом количестве населения (the population-only based approach). Первый вариант прост и удобен для расчётов, но из-за крайне неравномерного распределения плотности населения по территории США (Рис. 2) многие мониторы попадут при этом в малонаселенные местности с соответствующими проблемами в их поддержке и обслуживании, а в случае аварийных выбросов будут давать только «прогонную» информацию, не привязанную к месту проживания больших скоплений людей. Второй вариант - поместить по одному монитору в 180 наиболее крупных городов США – искажает ситуацию в другом направлении. На территориях с высокой плотностью населения - Калифорния, Техас, Флорида, северо-восточное побережье - мониторы будут расположены слишком часто (то есть с большой вероятностью два или несколько мониторов будут видеть одно и то же облако радиоактивных частиц одновременно), а менее населенные, в том числе и сельскохозяйственные регионы, останутся совсем без прикрытия.

\* USA Department of Energy (Министерство энергетики США) - исполнительный департамент правительства США, отвечающий за энергетическую политику, включая ядерную энергетику и ее применение в военных и мирных целях. В структуру DOE входит 17 крупнейших научных лабораторий.

† Лаборатория Саванна-Ривер (Savannah River Laboratory) – одна из крупных научных лабораторий Министерства энергетики США со штатом порядка 1000 чел. Основана в 1951 г. на предприятии, занимающемся хранением, дезактивацией и переработкой радиоактивных отходов в штате Южная Каролина неподалёку от реки Саванна.

В результате обсуждения этих противоречий был разработан комбинированный трехшаговый алгоритм:

**шаг 1** – все города США, независимо от их местонахождения, ранжируются по количеству населения и отбирается 180 наиболее населенных городов.

**шаг 2** – декластеризация мониторов. Из двух мониторов, расположенных ближе чем в 25 милях (40 км) друг от друга, оставляют находящийся в большем городе, а меньший город удаляют из базы претендентов. «Критерий 25-ти миль» был получен с помощью компьютерных симуляций аварийных выбросов на модели расчета траекторий взвешенных частиц HYSPLIT. Он означает, что, если два монитора расположены ближе чем на 25 миль друг от друга, они увидят одно и то же радиоактивное облако одновременно. Всего таким образом было высвобождено 64 монитора из 180-ти.

**шаг 3** - заполнение «гэпов» - участков территории США с более низкой плотностью населения - путем итеративного процесса, сравнивающего расстояния между уже выбранными городами и потенциальными новыми локациями. Если расстояние между новой локацией и любым из уже прикрепленных мониторов было больше критического значения 600 миль (960 км), в эту локацию помещали монитор; если расстояние хотя бы до одного из уже прикрепленных мониторов было меньше 960 км, локацию удаляли из базы и брали следующий по количеству населения город. Процесс итерации повторяли, пока не оказались прикрепленными все 180 мониторов (Рис. 3)

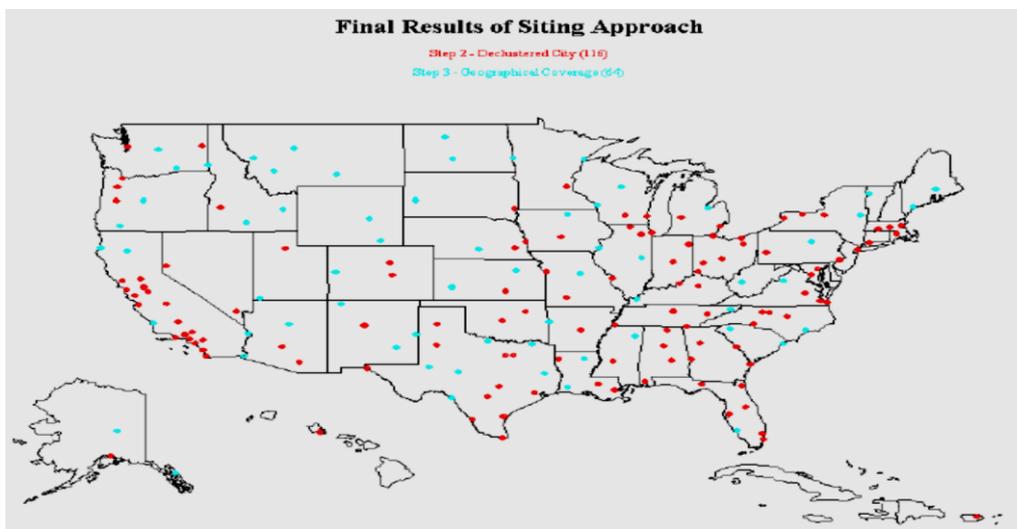


Рис. 3. Конечная схема распределения планировавшихся 180-ти мониторов по территории США. 116 мониторов (красные точки) приходится на крупные города после декластеризации; 64 монитора (голубые точки) – на менее населенные территории, выбранные по принципу максимальной удаленности от уже имеющихся локаций (Fig. 3.6.7. из [1]).

#### Компьютерные симуляции влияния метеорологических условий на скорость перемещения взвешенных частиц над территорией США

Следующим шагом была проверка функционирования полученной схемы распределения стационарных мониторов в различных метеорологических условиях, определяющих скорость перемещения и рассеивания радиоактивного облака [1,2,5]. Для этого сотрудниками Национальной лаборатории Саванна-Ривер по просьбе руководства ЕРА было проведено 5600 компьютерных симуляций скорости передвижения и изменения размеров радиационного облака для 50-ти локаций выбросов с изменением таких предикторов, как сезон года, дата и время суток аварии (Табл. 1). Аварийный источник во всех случаях постулировался как небольшой взрыв на высоте 10 метров над уровнем земли, сопровождавшийся выделением радиоактивных частиц с активностью 1 кюри ( $3,7 \cdot 10^{10}$  распадов в сек.) в течение одного часа. Даты выбирались в промежутке от 2001 до 2005 года – период времени, на который в симуляционную модель были подгружены реальные метеорологические данные из архива NCEP GDAS\*.

Для проведения симуляций была выбрана компьютерная модель атмосферной диффузии HYSPLIT (The Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) [9, 10], разработанная в Национальном

\* National Center for Environmental Prediction of Global Data Assimilation System (Национальный центр экологического прогнозирования Глобальной системы ассимиляции данных).

управлении океанических и атмосферных исследований США\* для расчета траекторий взвешенных частиц в атмосферном воздухе с учетом их горизонтального перемещения ветром, рассеивания и осаждения на поверхность земли.

Табл. 1. Компьютерные симуляции аварийных выбросов на модели HYSPLIT [5]

Метеорологические данные	архивные данные за 2001-2005 г.
Время выброса радиоактивных частиц	0, 6, 12 и 18 часов, по 7 дней в каждом из сезонов (весна, лето, осень, зима)
Общее количество симуляций	5600 = (4 времени выброса) x (4 сезона) x (7 дней) x 50 локализаций выброса
Продолжительность симуляции	168 часов с почасовыми результатами на каждый шлейф
Горизонтальная сетка	0,5 x 0,5 градусов (121 x 53 = 6413 точек сетки)
Вертикальная сетка	20 слоев (поверхность до 11 км)
Высота аварийного выброса	10 метров
Аварийный источник	1 Ки ( $3,7 \cdot 10^{10}$ распадов в сек.) в течение одного часа
Сухое и влажное осаждение частиц - включено в модель	

Название модели отражает использование в ней уравнений Лагранжа и Эйлера для расчета соответственно горизонтального перемещения и вертикального рассеивания частиц. Результатом является изображение радиоактивного облака на карте в виде гауссова «складного цилиндра» (top-hat horizontal distribution). В качестве примера на Рис. 4 показано изменение размеров, формы и плотности шлейфа через 6, 18 и 96 часов после симулируемой аварии в городе Сан-Франциско; скорость перемещения шлейфа рассчитывалась исходя из архивных метеорологических данных на выбранный период 2 – 6 апреля 2003 г.

К моменту подготовки плана реорганизации RadNet модель HYSPLIT прошла широкую валидацию в натуральных исследованиях, которые позволяют оценить степень совпадения между измеренными концентрациями рассеиваемых примесей и прогнозируемыми моделью [11-13]. В частности, модель HYSPLIT применялась для оценки радиационной ситуации после аварии ядерного реактора на Трехмильном острове (Three Mile Island)<sup>†</sup> и для прогнозирования рассеивания вулканической пыли при извержениях вулканов на территории США, а также участвовала в 7-ми крупных проектах с использованием трассеров (перфторуглеродородов), в том числе в наиболее крупных из них - ANATEX13 и ETEX.

В проекте ANATEX13 (Across North America Tracer Experiment, 1987 г.) было проведено 66 выбросов трассера, длительностью по 3 часа каждый, из американских городов Глазго и Сент-Клауд; прогнозные данные моделей атмосферной диффузии сравнивались с результатами ежедневных измерений приземной концентрации трассеров в 77 точках восточных регионов США и Канады. В проекте ETEX (European Tracer Experiment, 1994 г.) было осуществлено два выброса трассера длительностью по 12 часов каждый из окрестностей французского г. Ренн; мониторинг реальных концентраций трассера проводился в 168 точках Западной и Восточной Европы. Как и предполагалось, метеорологические особенности различных регионов США внесли существенную корректировку в исходные представления о равноценности мониторов RadNet, распределявшихся EPA по территории страны с поистине пуританской тщательностью. В частности, хотя на западном побережье и располагается ряд РОО, образующиеся над этими объектами шлейфы оказываются слишком узкими для надежного обнаружения локальными мониторами и с наибольшей вероятностью будут замечены мониторами «второй линии» или даже мониторами центральных штатов при перемещении облака к востоку господствующими западными ветрами. В результате некоторые из мониторов центральных штатов США могут показаться избыточными,

\* Национальное управление океанических и атмосферных исследований (англ. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) — федеральное ведомство в структуре Министерства торговли США (англ. Department of Commerce); занимается различными видами метеорологических и геодезических исследований и прогнозов

<sup>†</sup> Авария на АЭС Три-Майл-Айленд (англ. Three Mile Island Accident) — крупнейшая авария в истории атомной энергетики США (5 уровень по шкале INES), произошедшая 28 марта 1979 года. В ходе аварии расплавилось около 50 % активной зоны реактора. Авария усилила уже существовавший кризис в атомной энергетике США и вызвала всплеск антиядерных настроений в обществе. Комиссия по ядерному регулированию США была реорганизована, а надзор за эксплуатацией атомных станций усилен.

поскольку перемещающиеся с запада шлейфы имеют большие площади и будут регистрироваться несколькими мониторами одновременно. Тем не менее прорезивать эту часть мониторов не имеет смысла, т.к. в континентальных регионах США бывают длительные периоды почти безветренной погоды, и тогда максимальное радиологическое воздействие будет оказано непосредственно на район выброса (см. симуляцию радиационной аварии в Индианаполисе за 21 июня 2003 г. на стр. L-18 отчета [2]). По заключению экспертов, наибольшей информативностью обладают мониторы восточного побережья США, где высокая плотность населения сочетается с переносом шлейфов из восточных и центральных районов США господствующими западными ветрами.

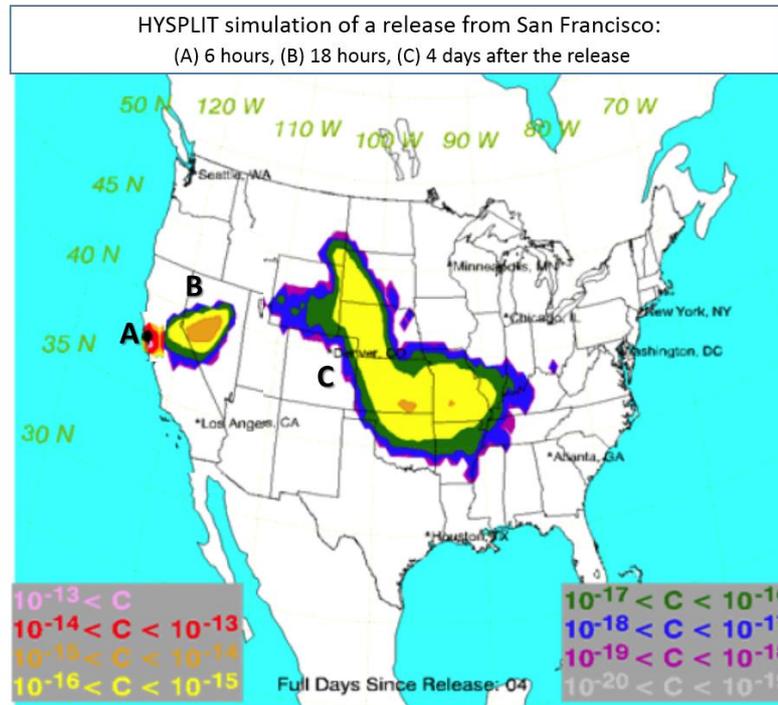


Рис. 4. Компьютерная симуляция радиоактивного выброса из района Сан-Франциско в 00 часов 2 апреля 2003 г. Положение и двумерная структура шлейфа через 6 (A), 18 (B) и 96 (C) часов после аварии (наложение карт a, b и d из Рис. 1 [5]).

Следует отметить, что в научных исследованиях климатологию шлейфов достаточно просто подогнать под основную задачу проекта. В частности, при планировании вышеописанных исследований ANATEX13 и ETEX было учтено, что над территориями США и Западной Европы преобладают западные ветры. Поэтому в обоих проектах трассеры выбрасывались из регионов, расположенных намного западнее густо населенных областей, из которых было удобно следить за изменениями их концентрации в атмосферном воздухе. В проекте ETEX трассер выбрасывался из окрестностей Ренна, расположенного в западной части Франции на полуострове Бретань, что позволило расположить пункты мониторинга на территориях Франции, Германии, Австрии и ряда стран Восточной Европы. В проекте ANATEX13 для трассирования были выбраны штаты Монтана и Миннесота, расположенные в континентальной части США на границе с Канадой, что позволило задействовать для мониторинга трассера густонаселенные промышленные регионы не только восточной части США, но и Канады. Однако в рамках построения национальной сети радиационного мониторинга выбор «удобных» климатологических локализаций потенциальных источников выбросов и мониторов в принципе невозможен, поскольку сеть должна отражать состояние радиационной обстановки на всей территории страны.

#### Функционирование системы радиационного мониторинга RadNet в настоящее время

В настоящее время RadNet имеет 140 стационарных мониторов радиоактивности взвешенных частиц атмосферного воздуха в 50-ти штатах США, включая Гавайи и Аляску.

На всех стационарных постах RadNet в режиме, близком к режиму реального времени, проводится измерение уровня гамма-излучения и суммарной активности бета-частиц (gross beta radiation).

Пробоотборники стационарных мониторов пропускают воздух через фильтры из полиэфирного волокна со скоростью 60 м<sup>3</sup>/час, концентрируя содержащиеся в воздухе взвешенные частицы – потенциальный источник радиоактивных изотопов. Каждый монитор оборудован двумя конструктивно объединенными сцинтилляционными детекторами – гамма-детектором на основе кристалла йодида натрия, легированного таллием NaI(Tl), и ионно-имплантированным кремниевым бета-детектором.

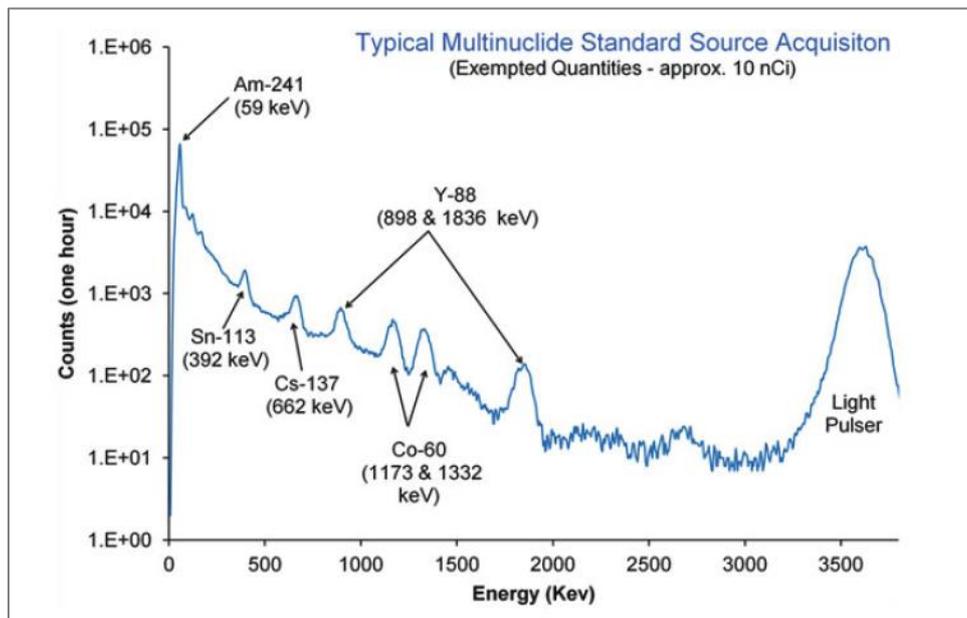


Рис. 5. Дистанционная калибровка спектра на NaI – детекторе. По оси абсцисс – энергия гамма -излучения в Кэв, по оси ординат – количество распадов сцинтиллятора за один час [7].

Полученные данные автоматически передаются в единую базу одного из подразделений EPA – национальной аналитической лаборатории NAREL (EPA’s National Analytical Radiation Environmental Laboratory). В обычном режиме стационарные мониторы передают в NAREL только суммарные уровни гамма-излучения в каждой из десяти выделенных энергетических областей и общий уровень активности бета-частиц, но сотрудники EPA при желании могут загрузить для анализа и полный спектр NaI-детектора, аналогичный показанному на Рис. 5. Кроме того, дважды в неделю образцы фильтров отправляются в NAREL для более глубокого анализа, определяющегося ситуацией. В частности, в период изучения последствий аварии в Фукусиме некоторые фильтры в NAREL считывались по 5 тысяч минут, чтобы убедиться, что все находящиеся на них изотопы включены в аналитическую библиотеку гамма-спектроскопии.

Что касается других проб окружающей среды, изучавшихся сетью мониторинга ERAMS/RadNet до ее перестройки в 2005 году, то им в настоящее время уделяется значительно меньше внимания по сравнению с мониторингом атмосферного воздуха. Лаборатория NAREL тестирует на содержание гамма-излучающих радионуклидов образцы осадков (снега и дождя) из 26-ти точек территории США с частотой один объединенный образец в месяц. Мониторинг проб питьевой воды проводится в 47 точках территории США: на содержание трития – один раз в квартал, на содержание йода I-131 – один раз в год, на содержание Sr<sup>90</sup> – один раз в 4 года. И только если активность альфа-частиц в объединенном образце, отобранном на данной станции в течение года, превышает 2 pCi/л, проводят более глубокий радиоизотопный анализ.

В дополнение к стационарным мониторам, RadNet имеет еще 40 **передвижных мониторов**, готовых для использования в случаях аварий [6,7], и специализированную передвижную лабораторию на основе самолета ASPECT (Airborne Spectral Photometric Environmental Collection Technology) [8]. Передвижной монитор включает два пробоотборника – с воздушным фильтром для сбора взвешенных частиц и с картриджем для конденсации паров йода, а также два скомпенсированных датчика, которые могут измерять мощность гамма-излучения в широком диапазоне – от 10 наноЗв/час до 10 миллиЗв/час. Данные автоматически отправляются в наблюдательный центр NAREL каждые 15 мин. Принцип расстановки передвижных мониторов определяется ситуацией – по окружности вокруг аварийного источника, если он

находится на территории США, и максимально близко к локализациям в других странах, используя пограничные районы США и территории с особым статусом. В частности, после аварии в Фукусиме передвижные мониторы RadNet были расставлены на калифорнийском побережье США, на западном побережье Аляски и на тихоокеанских островах Сайпан и Гуам - на расстоянии от Фукусимы соответственно 8; 4,5 и 2,6 тыс км [14,15].

Постоянными пользователями данных RadNet являются такие специализированные кризисные центры, как FRMAC и IMAAC, а также различные государственные структуры федерального и регионального уровня, научные учреждения и широкая общественность, имеющая возможность узнать уровни радиоактивного загрязнения воздуха на территории США с помощью интернет-ориентированной базы данных на сайте EPA. Благодаря функционированию RadNet, EPA рассматривается в настоящее время как один из ключевых участников в оценке возможных аварийных и террористических событий, хотя прямые функции сети RadNet не предусматривают участия EPA в мониторинге состояния ядерных реакторов и обеспечении раннего предупреждения о ядерных авариях.

### **«Вторая жизнь» EPA RadNet.**

Вне периодов аварий основная функция RadNet – отслеживать содержание радиоактивных веществ в атмосферном воздухе, создавая базу нормальных фоновых уровней и их временных колебаний в различных точках территории США. Поскольку база данных RadNet уже достаточно внушительна, в последнее десятилетие она начала использоваться в медико-биологических исследованиях, цель которых - определить, в какой степени изменения радиационного фона могут повлиять на заболеваемость населения и лабораторные показатели состояния организма человека. Исследования в этом направлении вплотную примыкают к обширному массиву научных данных, описывающих влияние на организм человека различных неантропогенных факторов - климатических, метеорологических, гелиогеофизических и т.п. [16-23].

Изменения естественного радиационного фона Земли в пространстве и времени обусловлены двумя основными процессами – различиями в скорости поступления из земной коры природного радионуклида радона [24-29] и колебаниями интенсивности космического излучения [29-33]. На Рис. 6 приведен фрагмент из статьи Al-Khawlani et al. [29], в котором перечислены основные природные радионуклиды атмосферного воздуха, образующиеся при воздействии космического излучения и земных источников.

Радиоизотоп радона  $^{222}\text{Rn}$  с периодом полураспада 3,8 суток поступает в окружающую среду из горных пород, где он образуется в процессе распада долгоживущих изотопов урана и тория ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$ ). В отличие от остальных продуктов их распада, радон химически инертен и существует в газообразном состоянии, поэтому сразу после образования он покидает кристаллическую решётку «родительского» минерала и через микротрещины в горной породе переходит в почву, подземные воды и атмосферный воздух. Плотность потока радона в атмосферу зависит от строения осадочного и базальтового слоев земной коры в точке наблюдения, тектонической активности ее разломов, а также от метеорологических условий – температуры, давления и наличия осадков. При распаде  $^{222}\text{Rn}$  образуются дочерние изотопы (альфа-эмиттеры Po-218 и Po-214 и бета-гамма-эмиттеры Pb-214 и Bi-214), которые уже не являются газообразными веществами и в атмосферном воздухе адсорбируются на поверхности взвешенных частиц, внося свой вклад в фоновые значения альфа-, бета- и гамма-радиоактивности.

Isotopes produced by cosmic rays			Isotopes produced from terrestrial sources		
Isotope	Half-life	Radiation emitted	Isotope	Half-life	Radiation emitted
<sup>14</sup> C	5730 years	β	<sup>222</sup> Rn	3.82 days	α
<sup>32</sup> Si	650 years	β	<sup>218</sup> Po	3.05 minutes	α
<sup>39</sup> Ar	269 years	β	<sup>214</sup> Pb	26.8 minutes	β, γ
<sup>3</sup> H	12.3 years	β	<sup>214</sup> Bi	19.7 minutes	α, β, γ
<sup>22</sup> Na	2.6 years	β, γ	<sup>210</sup> Pb	20.4 years	β
<sup>35</sup> S	87 days	β	<sup>210</sup> Bi	5.0 day	β
<sup>7</sup> Be	53 days	γ	<sup>210</sup> Po	138.4 days	α
<sup>37</sup> Ar	35 day	γ	<sup>220</sup> Rn	55 s	α
<sup>33</sup> P	25 days	β	<sup>216</sup> Po	0.158 s	α
<sup>32</sup> P	14 days	β	<sup>212</sup> Pb	10.64 h	β, γ
<sup>24</sup> Na	15 h	β, γ	<sup>212</sup> Bi	60.6 minutes	α, β, γ

Рис. 6.

Природные радионуклиды атмосферного воздуха, образующиеся при воздействии космического излучения (cosmic rays) и земных источников (terrestrial sources), с периодами полураспада (Half-life) и испускаемыми частицами (Radiation emitted) [29].

Второй составляющей фоновой радиации на поверхности Земли и в атмосфере являются космические лучи (как галактические, так и возникающие при солнечных вспышках) – поток элементарных частиц, фотонов и ядер атомов, движущихся в космическом пространстве с высокой скоростью. При взаимодействии первичных космических лучей с верхними слоями земной атмосферы происходит их превращение во вторичные - протоны, нейтроны и космогенные нуклиды, образующиеся из компонентов атмосферного воздуха в каскаде ядерно-электромагнитных реакций, в том числе так называемых реакций скалывания (spallation). Например, при взаимодействии летящего с большой скоростью нейтрона с ядром атома азота из последнего выбивается протон с образованием изотопа углерода <sup>14</sup>C:



Аналогичным образом происходит образование трития <sup>3</sup>H при взаимодействии галактических нейтронов с атомами азота в реакции <sup>14</sup>N(n,<sup>3</sup>H)<sup>12</sup>C, изотопа бериллия <sup>7</sup>Be с периодом полураспада всего 54 дня – в более сложной реакции с участием атомов азота и кислорода и т.д. Подавляющее большинство этих реакций идет в верхних слоях атмосферы; только около 0,1% вторичных частиц достигает поверхности Земли с энергией, достаточной для взаимодействия с минералами горных пород, что также вносит свой вклад в формирование естественного радиационного фона и его колебаний в пространстве и времени (Рис. 7).

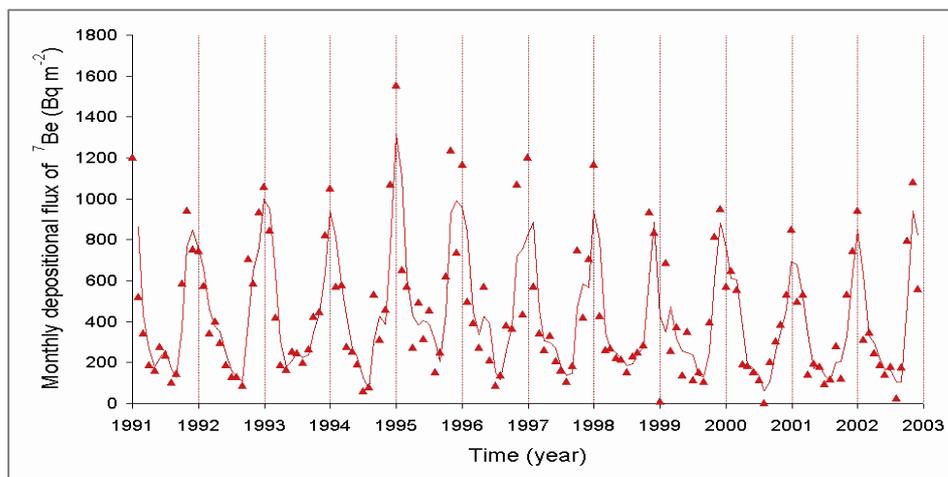


Рис. 7. Среднемесячное поступление изотопа бериллия <sup>7</sup>Be на поверхность почвы (Бк/м<sup>2</sup>) с осадками и взвешенными частицами атмосферного воздуха в префектуре Ишикава, Япония.

Оригинал графика в разделе «Isotopes of beryllium» Википедии построен по данным, приведенным в статье Yamamoto M. et al., doi: 10.1016/j.jenvrad.2005.08.001.

Стартовой площадкой для медико-биологических исследований с использованием текущих и архивных данных EPA RadNet был выбран штат Массачусетс, где находится Гарвардский университет и одно из крупных подразделений EPA с штаб-квартирой в Бостоне. В частности, в рамках долгосрочного проекта «Normative Aging Study» было показано, что периоды увеличения бета-активности взвешенных частиц атмосферного воздуха ассоциированы с увеличением систолического и диастолического давления [34], снижением клиренса креатинина [35] и снижением содержания в крови лейкоцитов [22] у здоровых мужчин, а также с увеличением содержания глюкозы в крови беременных женщин [36]. В выборке пациентов с установленным диагнозом ХОБЛ найдена достоверная связь между уровнем гамма-радиации атмосферного воздуха и показателями окислительного стресса – содержанием 8-OHdG и малонового диальдегида в биологических жидкостях [37]. Анализ амбулаторных записей более чем миллиона беременных жительниц штата, место проживания которых в период с 2001 по 2015 гг. привязывали к ближайшему монитору RadNet, свидетельствует о том, что периоды повышения бета-активности проб атмосферного воздуха увеличивают риск возникновения гестационного диабета на 18% (OR: 1.18 [95% CI 1.10 - 1.22]), но только в том случае, если они приходится на 1 и 2 триместры беременности [38].

Следует отметить, что для довольно большой части жителей Массачусетса ближайшими оказывались не мониторы этого штата в городах Бостоне и Вустере, а мониторы соседних штатов (Род-Айленда, Коннектикута, Нью-Йорка, Нью-Гэмпшира и Мэна). Таким образом, при использовании данных RadNet в медико-биологических исследованиях количество возможных уровней экспозиции намного превышает количество мониторов на изучаемой территории.

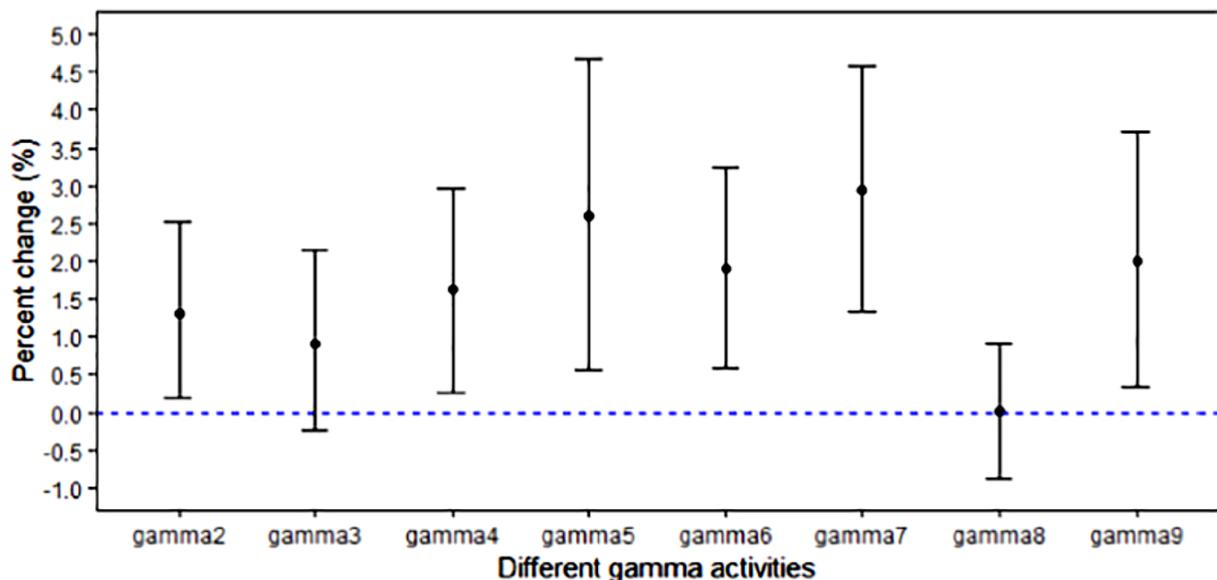


Рис. 8. Изменения показателей ежедневной смертности населения от сердечно-сосудистых заболеваний по отношению к интерквартильному размаху гамма-излучения взвешенных частиц атмосферного воздуха за предшествующие двое суток в весенний период (мета-анализ данных по 18-ти городам США).

По оси абсцисс – диапазоны энергии гамма-излучения от 101–200 кэВ (gamma2) до 1801–2200 кэВ (gamma9) на мониторах RadNet.

Сотрудниками Гарвардского университета проведен также мета-анализ данных по взаимосвязи фоновой гамма-радиоактивности взвешенных частиц и смертности населения в 18-ти крупных городах США в промежутке между июнем 2006 г. и декабрем 2013 г. [39]. Использовалась аддитивная квази-пуассоновская линейная модель с учетом сезона, температуры и влажности воздуха. Наиболее выраженная ассоциативная связь найдена для показателей ежедневной смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в весенний период, достоверно увеличивавшихся при возрастании гамма-радиоактивности взвешенных частиц на локальных мониторах RadNet за двое предшествующих суток. Интересно, что продемонстрированное авторами влияние фонового гамма-излучения на смертность населения от сердечно-

сосудистых заболеваний не пропорционально его энергии, как это можно было бы предположить теоретически. Как это видно из Рис. 8, наиболее выраженный эффект оказывало гамма-излучение среднего диапазона (от  $\gamma_4$  до  $\gamma_7$  включительно), с более слабыми, но также достоверными изменениями для обоих крайних диапазонов  $\gamma_2$  и  $\gamma_9$ .

#### **Заключение.**

В данном обзоре кратко изложены принципы организации и функционирования Национальной системы радиационного мониторинга США (RadNet EPA), включая период ее фундаментальной перестройки в 2005-2006 гг. При решении проблемы пространственного размещения мониторов использовался трехэтапный принцип с первичной локализацией исходя из плотности населения, декластеризацией и заполнением «гэпов»; вероятность обнаружения шлейфов мониторами полученной схемы при изменении расположения аварийного источника и метеорологических условий оценивалась с помощью компьютерных симуляций на модели атмосферной диффузии HYSPLIT.

Традиция EPA сохранять промежуточные отчеты своих проектов (в данном случае двухтомный документ общим объемом 316 страниц) и размещать их в открытом доступе, вкупе с рядом публикаций участников проекта, позволяет полностью восстановить ход их рассуждений и выбора той или иной тактики на каждом этапе. Для научных и практических целей гигиены эти сведения представляют более широкий интерес, чем это было заложено исходно разработчиками плана реорганизации RadNet, поскольку разрабатывался, по сути дела, общий алгоритм мониторинга взвешенных частиц атмосферного воздуха, привязанный к проблемам радиационной безопасности только конструкцией датчиков.

В настоящее время база фоновых уровней радиации на мониторах RadNet и их колебаний во времени и пространстве успешно используется для изучения влияния радиационного фона на заболеваемость населения и лабораторные показатели состояния организма человека.

Исследование проведено в рамках выполнения Госзадания ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

#### **ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:**

1. Expansion and upgrade of the RadNet air monitoring network. Concept and plan. Prepared by the Office of Radiation and Indoor Air U.S. EPA. vol. 1. 2005. 113 P. Available at [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=ORIA&dirEntryID=83045](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=ORIA&dirEntryID=83045)
2. Expansion and upgrade of the RadNet air monitoring network.. Appendixes. Prepared by the Office of Radiation and Indoor Air U.S. EPA. vol. 2. 2005. 206 P. Available at [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=ORIA&dirEntryID=83045](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=ORIA&dirEntryID=83045)
3. Technical report on historical uses of RadNet data. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Radiation and Indoor Air (EPA-402-R-08-007). November 2008. 31 P. Available at <https://nepis.epa.gov/Exec/ZyNET.exe/P100BJYN.TXT>
4. Follow-up Report: EPA improves management of its radiation monitoring system. (Report No. 14-P-0321). July 2014, 12 P. Available at <https://nepis.epa.gov/Exec/ZyPURL.cgi?Dockey=P100RW3T.txt>
5. Chen K., Buckley R.L., Kurzeja R., O'Steen L., Salaymeh S.R. Optimizing radiological monitor siting over the continental U.S. In: Proceedings of 2nd International Joint Topical Meeting on Emergency Management and Robotics for Hazardous Environments. Albuquerque, 9-12 March 2008. p. 233-240. Available at <https://core.ac.uk/display/71322456>
6. Fraass R. RadNet: The transition from ERAMS static data to near real time data. Report at the National radiological emergency preparedness conference (in ppt format). Harrisburg, April 12, 2005. Available at <https://slideplayer.com/slide/3870425>
7. Fraass R. RadNet national air monitoring program. In: Apikyan S., Diamond D. (eds) Nuclear terrorism and national preparedness. NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and biophysics. Dordrecht:Springer, 2015. p. 117-123. doi: 10.1007/978-94-017-9891-4\_11
8. Cardarelli J., Thomas M., Curry T., Kroutil R., Stapleton J. et al. Real-time radionuclide identification and mapping capabilities of the U.S. Environmental Protection Agency's airborne spectral photometric environmental collection technology (ASPECT). Ibid, p. 105 – 116.
9. Stein A.F., Draxler R.R., Rolph G.D., Stunder B.J., Cohen M.D., Ngan F. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system. Bull. Amer. Meteor. Soc. 2015; 96: 2059-2077. doi:10.1175/BAMS-D-14-00110.1
10. Draxler R.R., Hess G.D. Description of the HYSPLIT\_4 modeling system (NOAA Tech. Memo. ERL ARL-224). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, 1997 (Revised: April 2020). 31 P. Available at [https://www.arl.noaa.gov/wp\\_arl/wp-content/uploads/documents/reports/arl-224.pdf](https://www.arl.noaa.gov/wp_arl/wp-content/uploads/documents/reports/arl-224.pdf)
11. Draxler R.R., Heffer J.L. Across North America Tracer Experiment (ANATEX). V. 1, Description, ground-level sampling at primary sites, and meteorology (NOAA technical memorandum). 1989. - 89 P. Available at <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/9512>
12. Hess G.D., Mills G.A., Draxler R.R. Comparison of HYSPLIT\_4 model simulations of the ETEX data, using meteorological input data of differing spatial and temporal resolution, Proceedings ETEX Symposium on Long-Range Atmospheric Transport, Model Verification and Emergency Response. Vienna, 13-16 May 1997. p. 231-234.
13. Sandu I., Bompay F., Stefan S. Validation of atmospheric dispersion models using ETEX data. Internat. J. Environ. Pollut. 2004; 19(4): 367-389. doi: 10.1504/IJEP.2003.004315
14. Baumann R.C. Determining the impact of alpha-particle-emitting contamination from the Fukushima-Daiichi disaster on Japanese semiconductor manufacturing sites. IEEE Transactions on Nuclear Science. 2012; 59 (4): 1186-1196. doi: 10.1109/TNS.2012.2201749

15. Tupin E.A., Boyd M.A., Mosser J.E., Wieder J.S. U.S. EPA response to the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *Health Physics*. 2012; 102(5): 563-569. doi: 10.1097/HP.0b013e31824cc02e
16. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Особенности воздействия волн холода и жары на смертность в городах с резко-континентальным климатом. *Сибирское медицинское обозрение*. 2017; 2: 84-90. [Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Peculiarities of the impact of cold and heat waves on mortality in cities with a sharply continental climate. *Sibirskoe Meditsinskoe Obozrenie*. 2017; 2: 84-90. (In Russian)]
17. Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Фесюн О.А., Евсеев С.М. Основные аспекты влияния метеорологических и гелиогеофизических факторов на организм человека. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021; 2: 40-46. [Bobrovnitsky I.P., Yakovlev M.Yu., Fesyun O.A., Evseev S.M. Main aspects of the influence of meteorological and heliogeophysical factors on the human organism. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021; 2: 40-46 (In Russian)].
18. Маковецкая А.К. Иммуитет и метеофакторы. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019; 1: 67-77. [Makovetskaya A.K. Immunity and meteorological factors. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019; 1: 67-77 (In Russian)].
19. Bao J., Wang Z., Yu C., Li X. The influence of temperature on mortality and its Lag effect: a study in four Chinese cities with different latitudes. *BMC Public Health*. 2016; 16: 375. doi: 0.1186/s12889-016-3031-z
20. Honig A., Eliahou R., Pikkell Y., Leker R.R. Drops in barometric pressure are associated with deep intracerebral hemorrhage. *J. Stroke Cerebrovasc Diseases*. 2016; 25(4): 872-876.
21. Azcarate T., Mendoza B. Influence of geomagnetic activity and atmospheric pressure in hypertensive adults. *Int. J. Biometeorol*. 2017; 61: 1585-1592.
22. Tracy S.M., Vieira C.L., Garshick E., Wang V.A., Alahmad B., Eid R. et al. Associations between solar and geomagnetic activity and peripheral white blood cells in the Normative Aging Study. *Environmental Research*. 2022; 204:112066. doi: /10.1016/j.envres.2021.112066
23. Mavromichalaki H., Papailiou M., Dimitrova S., Babayev E.S., Mustafa F.R. Geomagnetic disturbances and cosmic ray variations in relation to human cardio-health state: a wide collaboration. *Proceedings in 21st ECRS (Kosice, 8-12 Sept. 2008)*. p. 351-356.
24. Appleton J.D. Radon in air and water. In: *Essentials of medical geology (Revised edition)*. Dordrecht: Springer Netherlands. 2012; 239-277.
25. Tchorz-Trzeciakiewicz D.E., Klos M. Factors affecting atmospheric radon concentration, human health. *Science Total Environm*. 2017; 584: 911-920.
26. Семинский К.Ж., Бобров А.А., Дэмбэрэл С. Радоновая и тектоническая активность разломов земной коры (на примере Центральной Монголии). *Геология и геофизика*. 2019; 60(2): 243-255. [Seminsky K.Zh., Bobrov A.A., Demberel S. Radon and tectonic activities of crustal faults: the case of Central Mongolia. *Geologiya I Geofizika*. 2019; 60(2): 243-255 (In Russian)]
27. Козьмина А.С., Климанова Е.В., Галиченко С.В.. Результаты одновременных наблюдений объёмной активности радона и интенсивности гамма-излучения в приземном слое атмосферы. *Глобальная электрическая цепь: материалы шестой Всероссийской конференции. Филигрань: Ярославль*. 2023: 39. [Kozmina A.S., Klimanova E.V., Golichenko S.V. The results of simultaneous observations of radon volumetric activity and gamma radiation intensity in the surface layer of the atmosphere. *Global Electric Circuit: Proceedings of the Sixth All-Russian Conference. Filigran: Yaroslavl*. 2023: 39 (In Russian)]
28. Салтыкова М.М., Антипина У.И., Балакаева А.В. Влияние радиационного излучения в малых дозах на развитие болезней системы кровообращения. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2022. 1: 90-97 [Saltykova M.M., Antipina U.I., Balakaeva A.V. Impact of low-dose radiation on the development of circulation system diseases. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2022. 1: 90-97(In Russian)].
29. Al-Khawlanly A.H., Khan A.R., Pathan J.M. Review on studies in natural background radiation. *Radiation Protection and Environment*. 2018; 41(4): 215-222.
30. Стожков Ю.И., Базилевская Г.А. Космические лучи в атмосфере Земли. *Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия*. 2010; 4: 5-11. [Stozhkov Yu.I., Bazilevskaya G.A. Cosmic rays in the Earth's atmosphere. *Vestnik of Moscow University. Series 3. Physics. Astronomy*. 2010; 4: 5-11 (In Russian)].
31. Palcsu L., Morgenstern U., Sültenfuss J, Koltai G., Laszlo E., Temovski M. et al. Modulation of cosmogenic Tritium in meteoric precipitation by the 11-year cycle of solar magnetic field activity. *Scientific Reports*. 2018; 8: 12813. doi: 10.1038/s41598-018-31208-9
32. Морзабаев А.К., Гиниятова Ш.Г., Шаханова Г.А., Балабеков К.Н., Махмутов В.С., Ерхов В.И. Оценка влияния космических лучей на радиационный фон республики Казахстан. In: *Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time. V. I – Osaka, Japan: Regional Academy of Management*, 2017; 207-215. [Morzabaev A.K., Giniyatova Sh.G., Shakhanova G.A., Balabekov K.N., Makhmutov V.S., Erkhov V.I. Assessment of the effect of cosmic rays on the radiation background of the Republic of Kazakhstan In: *Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time. V. I – Osaka, Japan: Regional Academy of Management*, 2017; 207-215 (In Russian)].
33. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Annex B. (2000). Exposures from natural radiation sources. *Cosmic rays*. 2000; 9(11): 83-105.
34. Nyhan M.M., Coull B.A., Blomberg A.J., Vieira C.L., Garshick E. et al. Associations between ambient particle radioactivity and blood pressure: the NAS (Normative Aging Study). *J. Am. Heart Assoc*. 2018; 7(6): e008245. doi:10.1161/JAHA.117.008245
35. Gao X., Koutrakis P., Blomberg A.J., Coull B., Vokonas P. et al. Short-term ambient particle radioactivity level and renal function in older men: Insight from the Normative Aging Study. *Environment International*. 2019; 131: 105018. doi: 10.1016/j.envint.2019.105018

36. Wang V.A., James-Todd T., Hacker M.R., O'Brien K.E., Wylei B.J. et al. Ambient PM gross  $\beta$ -activity and glucose levels during pregnancy. *Environ. Health*. 2021; 20: 70. doi: 10.1186/s12940-021-00744-9
37. Huang S., Koutrakis P., Grady S.T., Vieira C.L., Schwartz J.D. et al. Effects of particulate matter gamma radiation on oxidative stress biomarkers in COPD patients. *Journal of Exposure Science & Epidemiology*. 2021; 31(4): 727-735. doi: 10.1038/s41370-020-0204-8.
38. Papatheodorou S., Gold D.R., Blomberg A.J., Hacker M., Wylie B.J. et al. Ambient particle radioactivity and gestational diabetes: A cohort study of more than 1 million pregnant women in Massachusetts, USA. *Sci. Total Environ*. 2020; 733: 139340. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139340.
39. Huang S., Xiong J., Vieira C.L., Blomberg A.J., Gold D.R. et al. Short-term exposure to ambient particle gamma radioactivity is associated with increased risk for all-cause non-accidental and cardiovascular mortality. *Sci. Total Environ*. 2020; 721: 137793. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137793

## PRINCIPLES OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE U.S. NATIONAL RADIATION MONITORING SYSTEM (EPA RADNET)

**Khripach L.V., Knyazeva T.D., Mamonov R.A., Savostikova O.N., Slobodyan V.G.**

Federal State Budgetary Institution "Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks" of the Federal Medical Biological Agency, 119121, Moscow, Russian Federation

**ABSTRACT.** The U.S. National Radiation Monitoring System (EPA RadNet) was formed in 1973 by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) by merging four national networks for monitoring radiation in ambient air, precipitation, drinking water and milk. In 2005-2006, it was thoroughly rebuilt. The main purpose of RadNet operation was defined as monitoring of airborne particulate radioisotopes during their transport by prevailing winds, with plume detection at sufficiently large distances from the emergency source. To achieve this goal, it was developed special three-stage algorithm for monitors siting across the territory of USA, which included primary arrangement of monitors based on population density, declusterization and filling of "gaps" based on the principle of maximum distance from existing locations. The results were verified by computer simulations of plume climatology under various meteorological conditions, using HYSPLIT atmospheric dispersion model. Thus, EPA becomes one of the key participants in the assessment of possible emergency events, although direct functions of RadNet do not provide for monitoring of radiation-hazardous facilities and early warning of nuclear accidents. RadNet database of background levels is used in the studies of natural radiation phone influence onto morbidity and laboratory markers of human health.

**Keyword:** EPA RadNet, radiation monitoring, atmospheric air, suspended particles, HYSPLIT model, background levels, human health

---

### Сведения об авторах

*Хрипач Людмила Васильевна (Khripach Ludmila V.), доктор биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований. <https://orcid.org/0000-0003-0170-3085>*

*Князева Татьяна Дмитриевна (Knyazeva Tatiana D.), кандидат биол. наук, ведущий биолог отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований. <https://orcid.org/0000-0001-5279-5018>*

*Мамонов Роман Александрович (Mamonov Roman A.), кандидат мед. наук, начальник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований. <https://orcid.org/0000-0002-6540-6015>*

*Савостикова Ольга Николаевна (Savostikova Olga N.), кандидат мед. наук, начальник отдела физико-химических исследований и экотоксикологии. <https://orcid.org/0000-0002-7032-1366>*

*Слободян Владимир Григорьевич (Slobodyan Vladimir G.), кандидат мед. наук, помощник генерального директора. <https://orcid.org/0009-0004-8752-2748>*

---

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

УДК. 616-084

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНТРОЛЯ ЗА ОТЕКАМИ У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ И ЛИМФЕДЕМОЙ ПОСЛЕ МАСТЭКТОМИИ С ПОМОЩЬЮ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ**

Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Васильева В.А.\* , Кульчицкая Д.Б., Марфина Т.В., Мухина А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 121099, г. Москва, Россия

**РЕЗЮМЕ.**

**Введение.** Контроль за отеками у пациентов с ожирением и лимфедемой после мастэктомии является важным аспектом ухода за пациентами, перенесшими радикальное лечение по поводу рака молочной железы. Одним из эффективных и высокочувствительных методов контроля за отеками является биоимпедансометрия, которая может быть полезным инструментом для оценки состояния тканей и жидкостного баланса у таких пациентов. Ожирение является фактором риска развития лимфедемы, которая характеризуется нарушением лимфатического дренажа и отеками тканей. Контроль за отеками у пациентов с ожирением может быть сложной задачей из-за наличия дополнительных слоев жировой ткани, которые могут затруднять визуальную оценку отеков.

**Материалы и методы:** В данном обзоре поиск источников, описывающих эффективность применения метода биоимпедансометрии для контроля за отеками у пациентов с вторичной лимфедемой после мастэктомии по поводу рака молочной железы, проводился в нескольких англоязычных текстовых базах: PubMed, Scopus, Web of Science, Springer Link, и в научной электронной библиотеке – eLibrary.ru.

**Результаты.** После мастэктомии у примерно 18% пациентов, перенесших радикальное лечение по поводу рака молочной железы, возникают вторичные лимфатические отеки из-за нарушения лимфатического дренажа верхней конечности на стороне поражения в результате удаления лимфатических узлов. Развитие лимфедемы верхней конечности сопровождается существенным снижением показателей качества жизни пациентов и требует постоянного медицинского контроля. Биоимпедансометрия позволяет оценить объемы жидкости в организме и определить наличие отеков на основе изменений в электрическом сопротивлении тканей. У пациентов с ожирением и лимфедемой после мастэктомии этот метод может быть особенно полезным для раннего выявления субклинической лимфедемы конечности и оценки эффективности лечения.

**Выводы.** Таким образом, использование биоимпедансометрии в практике онкологов и реабилитологов может значительно облегчить контроль за отеками у пациентов с ожирением и лимфедемой после мастэктомии. Этот метод предоставляет объективные данные о состоянии жидкостного баланса и позволяет выявлять отеки на ранних стадиях, что способствует более раннему началу интенсивных немедикаментозных вмешательств для повышения эффективности послеоперационной реабилитации и улучшения качества жизни пациентов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** биоимпедансометрия, качество жизни, медицинская реабилитация, лимфедема, мастэктомия, рак груди, состав тела, ожирение.

**ВВЕДЕНИЕ**

Рак молочной железы (РМЖ) остается ведущей причиной смертности от рака среди женщин во всем мире. В 2020 году было диагностировано 2,3 миллиона новых случаев РМЖ [1]. Этот уровень

\* Адрес для переписки: Васильева Валерия Александровна, E-mail: vasilevava@nmicr.ru.

**Цитирование.** Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Васильева В.А., Кульчицкая Д.Б., Марфина Т.В., Мухина А.А. Эффективность контроля за отеками у пациентов с ожирением и лимфедемой после мастэктомии с помощью биоимпедансометрии. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 27-33,

**Citation:** Konchugova T.V., Apkhanova T.V., Vasilieva V.A., Kulchitskaya D. B., Marphina T.V., Mukhina A.A. Effectiveness of control of edema in patients with obesity and lymphedema after mastectomy using bioimpedancemetry. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 27-33

заболеваемости предполагает, что у 1 из 5 выживших пациентов в течение 2–3 лет после радикальной операции может развиваться лимфедема верхней конечности [2].

Развитие вторичной лимфедемы после радикального лечения РМЖ представляет собой пожизненный риск почти для всех пациенток, переживших РМЖ. Особенностью течения лимфедемы после радикального лечения РМЖ является резистентность к проводимому лечению и трудности в контроле за отеками [3], а также сопровождается существенными финансовыми затратами для системы здравоохранения [4].

Современное онкологическое лечение, включая мастэктомию как одну из основных хирургических процедур, при раке молочной железы, часто сопровождается развитием осложнений, таких как отеки, особенно у пациентов с ожирением [5]. Ожирение, являющееся одним из наиболее распространенных метаболических заболеваний в мире, и представляет собой серьезную проблему для контроля за отеками после мастэктомии [6]. Более того, у многих пациентов после мастэктомии может развиваться лимфедема, характеризующаяся нарушением лимфатического дренажа и скоплением жидкости в тканях.

Традиционные методы оценки отеков, такие как визуальная оценка или измерение окружности конечностей, могут быть недостаточно точными и объективными, особенно у пациентов с ожирением, где наличие дополнительных слоев жировой ткани может затруднить визуализацию отеков [7, 8]. В этом контексте биоимпедансометрия может использоваться в качестве перспективного метода для контроля за отеками у пациентов с ожирением и лимфедемой после мастэктомии.

Данный обзор направлен на рассмотрение эффективности использования биоимпедансометрии в практике реабилитологов и онкологов как метода контроля за отеками у пациентов с ожирением и лимфедемой после мастэктомии. Мы проанализировали проблемы, с которыми сталкиваются пациенты и врачи в контексте контроля за отеками при ожирении после мастэктомии, а также рассмотрели возможности применения биоимпедансометрии для повышения эффективности диагностики и лечения данных состояний.

#### **Эффективность оценки состава тела при ожирении**

Ожирение представляет собой масштабную и многогранную проблему здравоохранения, охватывающую миллионы людей по всему миру [9]. Это хроническое заболевание, характеризующееся избыточным накоплением жира в организме, приводящее к ряду серьезных осложнений, таких как сердечно-сосудистые заболевания, диабет, артрит и проблемы с дыханием [10]. В проведенном Dehesh T. et al. (2023) метаанализе установлено, что вероятность развития РМЖ увеличивается у женщин, страдающих ожирением, в постменопаузе [11]. Связь между ожирением и развитием РМЖ характерна среди женщин Азии, Северной Америки, Африки и Европы, поэтому женщинам в постменопаузе рекомендуется предотвращать избыточный вес и ожирение путем достаточной физической активности и правильного питания.

Однако одним из малоизученных аспектов ожирения является его влияние на развитие отеков и лимфедемы [12]. Результаты трех метаанализов (2013, 2014, 2019 гг.) показывают, что ИМТ является фактором риска развития ЛЭ, наряду с подмышечная лимфаденэктомия, артериальная гипертензия, индекс массы тела, послеоперационная химиотерапия, лучевая терапия, что аналогично сообщениям двух предыдущих метаанализов [13-15]. Ожирение по всей видимости представляет большую нагрузку на систему кровообращения и лимфатическую систему, так как требует дополнительного усиления оттока интерстициальной жидкости. Это может привести к дисбалансу пропускной способности лимфы и кровообращения [16]. В некоторых исследованиях предполагается, что радикальные операции при РМЖ при наличии ожирения связаны с большим травматизмом за счет большого объема удаляемой кожи, подкожной и жировой тканей, рассматриваемых как «цистерны» для лимфатической жидкости, и в результате более разрушительны для лимфатических сосудов [17, 18]. Кто-то также отметил, что пациенты с ожирением подвержены жировому некрозу, плохому заживлению ран и инфекциям, ожирение снижает эффективность мышечных насосов в рыхлых тканях, разделение глубоких лимфатических каналов дополнительным подкожным жиром, а избыточная масса тела может ограничить эффективность компрессионной терапии и усугубляет лимфатические отеки конечностей [19]. Также в исследовании Duyur Sakit B, 2019 установлено, что ожирение ухудшает эффективность комплексной противоотечной терапии [20].

Отеки, или накопление жидкости в тканях организма, являются распространенным явлением у пациентов с ожирением [21]. Это происходит по нескольким причинам. Во-первых, избыточное количество жира может увеличивать давление на кровеносные сосуды, что затрудняет нормальное кровообращение и увеличивает вероятность отеков. Во-вторых, ожирение часто сопровождается нарушениями лимфатического дренажа, что приводит к задержке жидкости в тканях и возникновению лимфедемы [8-10].

Проблема контроля за отеками при ожирении осложняется тем, что традиционные методы оценки состава тела, такие как визуальная оценка или измерение объема конечностей, могут быть менее эффективными у пациентов с избыточным весом из-за наличия дополнительных слоев жировой ткани, которые могут затруднять визуализацию и оценку отеков [22].

#### **Эффективность оценки состава тела при мастэктомии**

Мастэктомия является одной из основных хирургических процедур при лечении рака молочной железы [23]. Учитывая то, что данная операция часто спасает жизни, при этом, она может привести к серьезным осложнениям, включая развитие отеков и лимфедемы [24].

Лимфедема после мастэктомии возникает в результате нарушения лимфатического дренажа вследствие удаления лимфатических узлов вместе с молочной железой. Это приводит к задержке лимфы в тканях молочной железы, плеча и окружающих областях, что в свою очередь вызывает отеки, болезненность и дискомфорт у пациентов [25, 26].

Отеки после мастэктомии могут значительно ухудшить качество жизни пациентов, ограничивать движение, вызывая физический и эмоциональный дискомфорт, а также увеличивая риск инфекций и других осложнений. Более того, в отличие от других форм лимфедемы, которые могут развиваться постепенно, лимфедема после мастэктомии может возникнуть сразу после операции или через короткое время, что требует особенного внимания и контроля [27].

Традиционные методы контроля за отеками после мастэктомии включают в себя визуальную оценку отеков, измерение окружности конечности и использование компрессионных бинтов или гарнитур [23, 26]. Однако эти методы могут быть не очень точными и объективными, а также могут вызывать дискомфорт у пациентов.

### **Использование биоимпедансометрии в онкологической практике**

Биоимпедансометрия — это метод, основанный на измерении сопротивления электрического тока, проходящего через ткани организма [28]. Этот метод используется для определения состава тела, включая объемы жидкости, жировой и мышечной массы [29]. В практике онкологов биоимпедансометрия получила широкое применение благодаря своей ненавязчивости, относительной простоте выполнения и возможности получения быстрых и объективных данных о состоянии пациента.

#### **1. Оценка состояния пациентов до и после операций:**

Биоимпедансометрия позволяет оценить состав тела пациентов до и после хирургических вмешательств, включая мастэктомию. Это позволяет врачам отслеживать изменения в содержании жидкости в организме, выявлять отеки и мониторить эффективность лечения [30]. После мастэктомии биоимпедансометрия может использоваться для раннего выявления лимфедемы и предотвращения ее прогрессирования.

#### **2. Оптимизация лечения и медицинской реабилитации:**

Полученные данные о составе тела с помощью биоимпедансометрии позволяют врачам индивидуализировать лечение и реабилитационные программы для каждого пациента. Например, на основе результатов биоимпедансометрии можно корректировать режим жидкости, назначать физическую активность и подбирать компрессионное белье для контроля за отеками [31].

#### **3. Мониторинг состояния пациентов на дому:**

Современные биоимпедансные анализаторы позволяют проводить измерения не только в клинике, но и на дому. Это дает возможность пациентам с лимфедемой после мастэктомии регулярно контролировать свое состояние и своевременно реагировать на изменения. Такой мониторинг способствует более эффективному управлению отеками и улучшает результаты лечения [30].

#### **4. Исследование механизмов развития лимфедемы:**

Биоимпедансометрия может быть также использована для исследования механизмов развития лимфедемы после мастэктомии [23, 31]. Проведение серийных измерений у пациентов до и после операции позволяет выявить факторы, способствующие развитию отеков, и разработать более эффективные методы их профилактики и лечения.

### **Применение анализа состава тела как метод контроля за отеками**

Биоимпедансометрия представляет собой метод, основанный на принципе измерения электрического сопротивления тканей организма для оценки состава тела и содержания жидкости в нем [32]. Этот метод имеет широкий спектр применения в медицине, включая контроль за отеками у пациентов с различными патологиями, в том числе после мастэктомии.

#### **Принцип действия:**

Биоимпедансометрия основана на том, что электрический ток легко пропускается через жидкости и мышцы, но встречает сопротивление при прохождении через жировую ткань и кости. Путем измерения сопротивления току можно определить соотношение различных компонентов тела, включая жидкость [33].

#### **Оценка состава тела:**

Биоимпедансометрия используется для оценки объемов жидкости в организме, включая внутриклеточную и внеклеточную жидкость. Измерения проводятся с помощью электродов, которые размещаются на коже пациента. После передачи небольшого электрического тока через ткани организма, биоимпедансометр регистрирует сопротивление и вычисляет содержание жидкости [34-37].

#### **Контроль за отеками:**

Одним из ключевых применений биоимпедансометрии является контроль за отеками у пациентов. Изменения в содержании жидкости в организме могут свидетельствовать о развитии отеков [38].

Биоимпедансометрия позволяет выявлять даже незначительные изменения в объеме жидкости, что делает этот метод чрезвычайно чувствительным для диагностики и мониторинга отеков.

Использование в онкологии:

В онкологической практике биоимпедансометрия используется для мониторинга состояния пациентов до и после хирургических вмешательств, включая мастэктомию. После операции этот метод помогает выявить начальные признаки лимфедемы и отслеживать ее динамику в процессе реабилитации [39].

Предупреждение осложнений:

Раннее выявление отеков с помощью биоимпедансометрии позволяет своевременно начать лечение и предотвратить прогрессирование лимфедемы. Это позволяет предотвратить развитие серьезных осложнений, таких как инфекции, обострения хронических заболеваний и снижение качества жизни пациентов [27,40].

Ранее американскими онкологами предложена Проспективная Модель Наблюдения / The Prospective Surveillance Model (ПМН/PSM), применение которой с целью раннего выявления субклинической лимфедемы руки в группах высокого риска улучшает результаты лечения и способно остановить прогрессирование отеков конечности после радикального лечения РМЖ [41].

Применение ПМН предполагает активное наблюдение за пациентами в течение длительного времени, начиная с предоперационного, раннего послеоперационного периода с целью максимально раннего выявления субклинической лимфедемы и незамедлительного вмешательства, включающего компрессионный трикотаж, самомассаж, а также курсы кратковременной КПТ. В большинстве исследований сообщалось о проведении предоперационных измерений объема конечностей, тестов с использованием биоимпедансной спектроскопии с последующими послеоперационными измерениями каждые 3 месяца в срок до 1 года, а затем 1 раз в два года в течение 5 лет [42-44].

В исследовании эффективности ПМН вмешательства начинались, когда с помощью биоимпедансной спектроскопии устанавливался диагноз субклинической лимфедемы (у 34 % пациентов, оперированных по поводу РМЖ) и назначается компрессионная терапия и самомассаж конечности [45]. Если лимфедема сохранялась более 4 недель или прогрессировала, рекомендовалось дальнейшее вмешательство — 1 фаза КПТ. Авторы сообщают об эффективности применения ПМН у 82 % пациентов.

### **Обсуждение**

Разработка более точных и объективных методов контроля за отеками при ожирении становится актуальной задачей в современной медицине [6-9]. Учитывая растущую распространенность ожирения во всем мире и его связь с различными заболеваниями, включая серьезные осложнения, связанные с отеками, необходимо стремиться к разработке инновационных методов диагностики и лечения, которые будут эффективными и доступными для этой категории пациентов.

Изучение более эффективных и ненавязчивых методов контроля за отеками после мастэктомии становится крайне важной задачей в онкологии и медицинской реабилитации. Это позволит улучшить качество жизни пациентов, свести к минимуму риск развития осложнений и обеспечить более эффективное послеоперационное восстановление [23-28].

Биоимпедансометрия представляет собой ценный инструмент для контроля за отеками у пациентов с различными заболеваниями, включая лимфедему после мастэктомии [23, 29-31]. Ее высокая чувствительность, ненавязчивость и возможность проведения измерений как в клинике, так и на дому, делают этот метод необходимым компонентом комплексного ухода за пациентами и повышения качества их жизни.

Использование биоимпедансометрии в практике онкологов и реабилитологов открывает новые возможности для более точного и индивидуализированного подхода к контролю за отеками у пациентов с лимфедемой после мастэктомии [34, 38-40]. Этот метод является ценным инструментом для оценки эффективности лечения и повышения качества жизни пациентов в постоперационном периоде.

### **ВЫВОДЫ**

Биоимпедансометрия представляет собой важный инструмент в практике онкологов для контроля за отеками у пациентов с ожирением и лимфедемой после мастэктомии. Этот метод обладает рядом преимуществ, которые делают его эффективным и ценным инструментом для диагностики, мониторинга и лечения отеков:

1. **Объективность и чувствительность:** биоимпедансометрия позволяет получать объективные данные о содержании жидкости в организме и выявлять даже незначительные изменения, что делает его чувствительным методом для ранней диагностики лимфатических отеков и установления субклинической лимфедемы конечности.

2. **Неинвазивность и воспроизводимость:** измерения с помощью анализатора состава тела на основе регистрации биоимпеданса тела не требуют специальной подготовки и могут проводиться как в клинике, так и на дому. Это делает этот метод доступным и удобным для пациентов и врачей-исследователей.

3. Индивидуализация подходов к лечению: результаты анализа состава тела с помощью биоимпедансометрии позволяют врачам индивидуализировать лечение и реабилитационные программы для каждого пациента, что способствует достижению более эффективных результатов.

4. Раннее выявление и предупреждение осложнений: благодаря своей чувствительности, биоимпедансометрия позволяет при раннем выявлении лимфедемы конечности у пациентов после мастэктомии своевременно назначить раннее адекватное лечение для предотвращения развития осложнений.

Таким образом, исследование состава тела с помощью биоимпедансометрии в практике онкологов и реабилитологов представляет собой важный шаг в улучшении ухода за пациентами с ожирением и лимфедемой после мастэктомии. Этот метод дает возможность более точного и индивидуализированного подхода к контролю за отеками, что способствует повышению качества жизни и улучшению результатов лечения у данной категории пациентов.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие других явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источники финансирования.** Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA: a Cancer Journal for Clinicians. 2021; 71(3): 209-249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>.
2. Rupp J., Hadamitzky C., Henkenberens C., et al. Frequency and risk factors for arm lymphedema after multimodal breast-conserving treatment of nodal positive breast Cancer - a long-term observation. Radiation oncology. 2019; 14(1): 39. <https://doi.org/10.1186/s13014-019-1243-y>.
3. Ridner S.H., Bonner C.M., Deng J., Sinclair V.G. Voices from the shadows: living with lymphedema. Cancer nursing. 2012; 35(1): E18-E26. <https://doi.org/10.1097/NCC.0b013e31821404c0>
4. Fu M.R., Kang Y. Psychosocial impact of living with cancer-related lymphedema. Seminars in Oncology Nursing. 2013; 29(1): 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2012.11.007>
5. American Cancer Society What are the Key Statistics About Breast Cancer. 2015. Available from: <http://www.cancer.org/cancer/breastcancer/detailedguide/breast-cancer-key-statistics>.
6. Jones L.W., Eves N.D., Haykowsky M., et al. Exercise intolerance in cancer and the role of exercise therapy to reverse dysfunction. Lancet Oncology. 2009;10(6):598–605.
7. Pilon N.J., Loos R.J., Marshall S.M., Zierath J.R. Metabolic consequences of obesity and type 2 diabetes: balancing genes and environment for personalized care. Cell. 2021; 184:1530–44.
8. Divella R., De Luca R., Abbate I., Naglieri E., Daniele A. Obesity and cancer: the role of adipose tissue and adipo-cytokines-induced chronic inflammation. Journal Cancer. 2016; 7:2346–59.
9. Герасимчик О.А., Гирш Я.В. Композиционный состав тела у детей и подростков с ожирением. Трансляционная медицина. 2019;6(1):51-57 [Gerasimchik O.A., Girsh Y.A.V. Kompozicionnyj sostav tela u detej i podrostkov s ozhireniem. Translyacionnaya medicina. 2019;6(1):51-57 (In Russ.)].
10. Ter S.E., Alavi A, Kim .CK, Merli G. Lymphoscintigraphy. A reliable test for the diagnosis of lymphedema // Clinical Nuclear Medicine, 1993, Aug, 18(8), p. 646-654.
11. Dehesh T, Fadaghi S, Seyedi M, Abolhadi E, Ilaghi M, Shams P, Ajam F, Mosleh-Shirazi MA, Dehesh P. The relation between obesity and breast cancer risk in women by considering menstruation status and geographical variations: a systematic review and meta-analysis. BMC Womens Health. 2023 Jul 26;23(1):392. doi: 10.1186/s12905-023-02543-5. PMID: 37496015; PMCID: PMC10373406.
12. Баланова Ю. А., Шальнова С. А., Деев А. Д. и др. Ожирение в российской популяции — распространенность и ассоциации с факторами риска хронических неинфекционных заболеваний. Российский кардиологический журнал. 2018;(6):123–130 [Balanova Y.A., Shalnova S.A., Deev A.D. et al. Obesity in Russian Population — Prevalence and Association with the Non-Communicable Diseases Risk Factors. Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. Russian Journal of Cardiology. 2018;(6):123–130. (In Russ.)].
13. Wu R, Huang X, Dong X, Zhang H, Zhuang L. Obese patients have higher risk of breast cancer-related lymphedema than overweight patients after breast cancer: a meta-analysis. Ann Transl Med. 2019 Apr;7(8):172. doi: 10.21037/atm.2019.03.44. PMID: 31168453; PMCID: PMC6526274.
14. Zhu YQ, Xie YH, Liu FH, Guo Q, Shen PP, Tian Y. Systemic analysis on risk factors for breast cancer related lymphedema. Asian Pac J Cancer Prev. 2014;15(16):6535-41. doi: 10.7314/apjcp.2014.15.16.6535. PMID: 25169483.
15. DiSipio T, Rye S, Newman B, Hayes S. Incidence of unilateral arm lymphoedema after breast cancer: a systematic review and meta-analysis. Lancet Oncol. 2013 May;14(6):500-15. doi: 10.1016/S1470-2045(13)70076-7. Epub 2013 Mar 27. PMID: 23540561.
16. Mak SS, Yeo W, Lee YM, Mo KF, Tse KY, Tse SM, Ho FP, Kwan WH. Predictors of lymphedema in patients with breast cancer undergoing axillary lymph node dissection in Hong Kong. Nurs Res. 2008 Nov-Dec;57(6):416-25. doi: 10.1097/NNR.0b013e31818c3de2. PMID: 19018216.
17. Gillespie TC, Sayegh HE, Brunelle CL, Daniell KM, Taghian AG. Breast cancer-related lymphedema: risk factors, precautionary measures, and treatments. Gland Surg. 2018 Aug;7(4):379-403. doi: 10.21037/g.2017.11.04. PMID: 30175055; PMCID: PMC6107585.

18. Greene AK, Maclellan RA. Obesity-induced Upper Extremity Lymphedema. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2013 Nov 7;1(7):e59. doi: 10.1097/GOX.0b013e3182a96359. PMID: 25289254; PMCID: PMC4174061.
19. Arngrim N, Simonsen L, Holst JJ, Bülow J. Reduced adipose tissue lymphatic drainage of macromolecules in obese subjects: a possible link between obesity and local tissue inflammation? *Int J Obes (Lond)*. 2013 May;37(5):748-50. doi: 10.1038/ijo.2012.98. Epub 2012 Jul 3. PMID: 22751255.
20. Duyur Cakit B, Pervane Vural S, Ayhan FF. Complex Decongestive Therapy in Breast Cancer-Related Lymphedema: Does Obesity Affect the Outcome Negatively? *Lymphat Res Biol*. 2019 Feb;17(1):45-50. doi: 10.1089/lrb.2017.0086. Epub 2018 Oct 3. PMID: 30281384.
21. Калашникова В.А., Новикова В.П., Смирнова Н.Н. и др. Качество жизни у подростков с ожирением и сопутствующими заболеваниями. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2018; 66(1): 38–43.10 [Kalashnikova V.A., Novikova V.P., Smirnova N.N. i dr. Kachestvo zhizni u podrostkov s ozhireniiem i soputstvuyushchimi zabolevaniyami. *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina*. 2018; 66(1): 38–43.10 (In Russ.)].
22. Weissleder H., Weissleder R. Lymphedema: evaluation of qualitative and quantitative lymphoscintigraphy in 238 patients // *Radiology*, 1988.- V. 167.- P. 729- 735.
23. Мартынова И.Н., Винярская И.В., Терлецкая Р.Н. Изменения качества жизни при ожирении у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2018; 21(5): 285–9.11 [Martynova I.N., Vinyarskaya I.V., Terleckaya R.N. Izmeneniya kachestva zhizni pri ozhireнии u detej. *Rossijskij pediatricheskij zhurnal*. 2018; 21(5): 285–9.11 In Russ.)].
24. Tsiros M.D., Buckley J.D., Grimshaw P. et al. Health-re-lated quality of life in obese children and adoles-cents. *International Journal of Obesity*. 2009; 33: 387–400.
25. Garusi C. et al. The value of latissimus dorsi flap with implant reconstruction for total mastectomy after conser- vative breast cancer surgery recurrence // *Breast*. 2011. 20 (2). P. 141–144.
26. Chang D.W., Barnea Y., Robb G.L. Effects of an autologous flap combined with an implant for breast reconstruc- tion: an evaluation of 1000 consecutive reconstructions of previously irradiated breasts // *Plast. Reconstr. Surg*. 2008. 122 (2). P. 356–362.
27. Kronowitz S.J., Robb G.L. Breast reconstruction with postmastectomy radiation therapy: current issues // *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2004. Vol. 15, No. 114(4). P. 950–960.
28. Spear S.L., Boehmler J.H, Taylor N.S., et al. The role of the latissimus dorsi flap in reconstruction of the irradi- ated breast // *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2007. Vol. 119, No. 1. P. 1-9.
29. Munhoz A.M., Algrighi C., Montag E., et al. Periareolar skin-sparing mastectomy and latissimus dorsi flap with biodimensional expander implant reconstruction: surgical planning, outcome, and complications // *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2007. Vol. 119, No. 6. P. 1637–1649.
30. Tomaeva K.G., Gajukov S.N. Izuchenie modeli prognozirovaniya riska razvitija prejeklampsii u zhenshhin s raznymi somatotipami. *Zhurnal akusherstva i zhenskih boleznej*. 2019;68(6):65–72. <http://doi.org/10.17816/JOWD68665-72>.
31. Jeong S., Lee D.H., Giovannucci E.L. Predicted lean body mass, fat mass and risk of lung cancer: prospective US cohort study. *European Journal of Epidemiology*. 2019;34(12):1151-1160. DOI: 10.1007/s10654-019-00587-2.
32. Renehan A.G., Tyson M., Egger M., Heller R.F., Zwahlen M. Body-mass index and incidence of cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. *Lancet*. 2008;371(9612):569– 78 [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(08\)60269-x](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(08)60269-x).
33. Britton K.A., Massaro J.M., Murabito J.M. et al. Body Fat Distribution, Incident Cardiovascular Disease, Cancer, and All-cause Mortality. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013;62:921–925. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.027>.
34. Jancen A.K., Gattermann T., Fink T.J. et al. Low standardized phase angle predicts prolonged hospitalization in critically ill patients. *Clinical Nutrition of Epidemiology*. 2019;34:68-72. DOI: 10.1016/j.clnesp.2019.08.011.
35. Li H.B., Cheng H., Hou D.Q. et al. Value of body fat mass measured by bioelectrical impedance analysis in predicting abnormal blood pressure and abnormal glucose metabolism in children. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi*. 2020;22(1):17-23.
36. Matusik E., Augustak A., Durmala J. Functional Mobility and Basic Motor Skills in Patients with Multiple Sclerosis and Its Relation to the Anthropometrical Status and Body Composition Parameters. *Medicina (Kaunas)*. 2019;4:55(12):773. DOI: 10.3390/medicina55120773.
37. Wang W.L, Liang S., Zhu F.L. et al. Association of the malnutrition-inflammation score with anthropometry and body composition measurements in patients with chronic kidney disease. *Ann Palliat Med*. 2019;8(5):596-603. DOI:10.21037/apm.2019.10.12.
38. Bray F., Ferlay J., Soerjomataram I. et al. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2018;0:1–31.
39. Kaylesar Sukul D.M.K.S., den Hoed P.T., Johannes E.J., van Dolder R., Benda E. Direct and indirect methods for the quantification of leg volume: comparison between water displacement volumetry, the disk model method and the frustum sign model method, using the correlation coefficient and the limits of agreement // *Journal of Biomedical Engineering*1993.- V. 15.- P. 477- 480.
40. Ward LC, Bunce IH, Cornish BH, et al. Multi-frequency bioelectrical impedance augments the diagnosis an management of lymphoedema in post mastectomy patients // *European Journal of Clinical Investigation*, 1992.- V. 22.- P. 751- 754.
41. Stout N.L., Binkley J.M., Schmitz K.H., et al. A prospective surveillance model for rehabilitation for women with breast cancer. *Cancer*. 2012; 118(S8): 2191-2200. <https://doi.org/10.1002/cncr.27476>.
42. Soran A., Ozmen T., McGuire K.P., et al. The importance of detection of subclinical lymphedema for the prevention of breast cancer-related clinical lymphedema after axillary lymph node dissection; a prospective observational study. *Lymphatic Research and Biology*. 2014; 12(4): 289-294. <https://doi.org/10.1089/lrb.2014.0035>.
43. Yang E.J., Ahn S., Kim E.K., et al. Use of a prospective surveillance model to prevent breast cancer treatment-related lymphedema: a single-center experience. *Breast Cancer Research and Treatment*. 2016; 160(2): 269-276. <https://doi.org/10.1007/s10549-016-3993-7>.
44. Whitworth P.W., Cooper A. Reducing chronic breast cancer-related lymphedema utilizing a program of prospective surveillance with bioimpedance spectroscopy. *The Breast Journal*. 2018; 24(1): 62-65.<https://doi.org/10.1111/tbj.12939>.

45. Kilgore L.J., Korentager S.S., Hangge A.N., et al. Breast Cancer-Related Lymphedema (BCRL) Through Prospective Surveillance Monitoring Using Bioimpedance Spectroscopy (BIS) and Patient Directed Self-Interventions. *Annals of surgical oncology*. 2018; 25(10): 2948-2952. <https://doi.org/10.1245/s10434-018-6601-8>.

## EFFECTIVENESS OF CONTROL OF EDEMA IN PATIENTS WITH OBESITY AND LYMPHEDEMA AFTER MASTECTOMY USING BIOIMPEDANCE METRY

T.V. Konchugova, T.V. Apkhanova, V.A. Vasilieva, D. B. Kulchitskaya, T.V. Marphina, A.A. Mukhina

Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 121099, Moscow, Russia

### ABSTRACT.

**Introduction.** Control of edema in obese patients with postmastectomy lymphedema is an important aspect of care for patients undergoing curative treatment for breast cancer. One effective and highly sensitive method for monitoring edema is bioimpedance measurement, which can be a useful tool for assessing tissue and fluid balance in such patients. Obesity is a risk factor for the development of lymphedema, which is characterized by impaired lymphatic drainage and tissue swelling. Controlling edema in obese patients can be challenging due to the presence of additional layers of fatty tissue that can make visual assessment of edema difficult.

**Materials And Methods:** In this review, a search for sources describing the effectiveness of the bioimpedanceometry method for controlling edema in patients with secondary lymphedema after mastectomy for breast cancer was carried out in several English text databases: PubMed, Scopus, Web of Science, Springer Link, and in the scientific electronic library – eLibrary.ru.

**Results.** After mastectomy, approximately 18% of patients undergoing radical treatment for breast cancer experience secondary lymphedema due to impaired lymphatic drainage of the upper extremity on the affected side as a result of lymph node removal. The development of lymphedema of the upper limb is accompanied by a significant decrease in the quality of life of patients and requires constant medical monitoring. Bioimpedanceometry allows you to estimate the volume of fluid in the body and determine the presence of edema based on changes in the electrical resistance of tissues. In obese patients with lymphedema following mastectomy, this method may be particularly useful for early detection of subclinical limb lymphedema and evaluation of treatment effectiveness.

**Conclusions.** Thus, the use of bioimpedance measurements in the practice of oncologists and rehabilitation specialists can significantly facilitate the control of edema in patients with obesity and lymphedema after mastectomy. This method provides objective data on the state of fluid balance and allows the detection of edema in the early stages, which facilitates the earlier start of intensive non-pharmacological interventions to increase the effectiveness of postoperative rehabilitation and improve the quality of life of patients.

**Keywords:** bioimpedance measurement, quality of life, medical rehabilitation, lymphedema, mastectomy, breast cancer, body composition, obesity.

### Сведения об авторах

Кончугова Татьяна Венедиктовна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, отдел физиотерапии и рефлексотерапии, заведующая кафедрой восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Апханова Татьяна Валерьевна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3852-2050>

Васильева Валерия Александровна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-4512>

Кульчицкая Детелина Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>

Марфина Татьяна Владимировна, научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-1946>

Мухина Анастасия Александровна, ведущий научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8960-4318>

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

УДК 616.366-002.2-085.828

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ  
БЕСКАМЕННЫМ ХОЛЕЦИСТИТОМ С ПОМОЩЬЮ КАТЕГОРИЙ МКФ

Паньков О.А.<sup>1\*</sup>, Нагорнев С.Н.<sup>2</sup>, Иванова И.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Клиника «Студия Здоровья», г. Калининград, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ ДПО «ЦГМА», г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

В статье анализируется алгоритм использования категорий Международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья (МКФ) для оценки эффективности различных схем медицинской реабилитации больных хроническим бескаменным холециститом. Показано, что современная трактовка медицинской реабилитации опирается на биопсихосоциальную модель, интегративно рассматривающую ограничения жизнедеятельности пациента как результат его функционирования в условиях болезни и тесной взаимосвязи его персональных характеристик и социальных функций с окружающей средой, определяющих степень интеграции индивида в общество. Результаты выполненного исследования, опирающиеся на системный характер оценки реабилитационного процесса, убедительно доказали выраженные преимущества дополнительного сочетанного применения синусоидальных модулированных токов и общей магнитотерапии перед использованием мануальной терапии и стандартного протокола лечения пациентов с хроническим бескаменным холециститом. Представленный анализ внутренних механизмов, определяющих эффективность медицинской реабилитации, позволил выявить потенцирующий характер взаимодействия физиофакторов при их сочетанном использовании, что объясняется возникновением дополнительной эффективности в условиях применения воздействий различной модальности и точек приложения их биологического эффекта.

**Ключевые слова:** медицинская реабилитация, Международная классификация функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья, общая магнитотерапия, синусоидальные модулированные токи, сочетанная физиотерапия, хронический бескаменный холецистит.

ВВЕДЕНИЕ

Приоритетным стратегическим направлением развития российского здравоохранения выступает медицинская реабилитация (МР), представляющая собой комплекс медико-психологических мероприятий, ориентированных на восстановление (компенсацию) нарушенных или утраченных функций органа (системы), а также поддержание функционального состояния организма в процессе завершения заболевания. В качестве важных направлений МР рассматриваются также предупреждение возможной инвалидности, улучшение качества жизни пациента, сохранение его работоспособности и социальной адаптации<sup>†</sup>.

Современная МР опирается на биопсихосоциальную модель, интегративно рассматривающую ограничения жизнедеятельности пациента как результат его функционирования в условиях болезни и тесной взаимосвязи его персональных характеристик и социальных функций с окружающей средой, определяющих степень интеграции индивида в общество [1-3]. Многогранность биопсихосоциальной парадигмы, проявляющаяся в учете биологических, психологических и социальных факторов здоровья, позволяет

\* Адрес для переписки: Паньков Олег Александрович, E-mail: i.ivanova@mail.ru

**Цитирование.** Паньков О.А., Иванова И.И. Оценка эффективности медицинской реабилитации больных хроническим бескаменным холециститом с помощью категорий мкф. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 34-42.

**Citation:**

Pankov O.A., Nagornev S.N., Ivanova I.I. Evaluation of the effectiveness of medical rehabilitation of patients with chronic acalculous cholecystitis using icf categories. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 34-42.

<sup>†</sup> Приказ Минздрава России от 31.07.2020 № 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых».

нивелировать неравенство людей, обусловленное неодинаковым уровнем их здоровья [4]. При этом биологические факторы отражают свойства человека, приобретенные в результате травмы или болезни в виде физических или умственных нарушений. Психологические аспекты проявляются в эмоциональном состоянии индивида, а также характеризуют личные и религиозные убеждения. Социальные факторы отражают особенности окружающей среды, экологии, инфраструктуры и т.д., которые затрудняют интеграцию пациента в общество [5].

Теоретическую основу для реализации такого подхода заложила Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ), принятая на 54-й сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения в 2001 г. [6-8]. Основу комплексного реабилитационного процесса составляет категория функционирования, под которой понимается позитивный характер взаимодействия пациента с контекстовыми факторами (факторами окружающей среды и личностными факторами). На сегодняшний день МКФ рассматривается многими специалистами в качестве «золотого стандарта» для оценки качества жизни пациента и эффективности МР в целом [9].

Актуальность проведения мероприятий МР больным, страдающим хроническим бескаменным холециститом, определяется, прежде всего, тем, что доля этого заболевания в структуре хронической патологии желчных путей достигает 30 % с тенденцией к дальнейшему росту [10, 11]. Бескаменный холецистит провоцирует серьезные социальные проблемы, обусловленные наиболее частой встречаемостью у лиц трудоспособного возраста, что сопровождается значительным увеличением временной нетрудоспособностью, которая зачастую приобретает стойкий характер [Волевач Л.В. с соавт., 2020].

Применительно к проблеме хронического бескаменного холецистита мероприятия МР должны быть направлены на купирование основных клинических проявлений заболевания, обусловленных болевым, диспепсическим и антиневротическим синдромами, пролонгирование ремиссии (до года и более), а также на отсутствие УЗИ-признаков прогрессирования патологического процесса и перехода его в калькулезную форму [12].

Выполненные последние годы исследования, направленные на повышение эффективности терапии пациентов с хроническим бескаменным холециститом, свидетельствуют о перспективности использования лечебных физических факторов, которые, проявляя свою корригирующую активность в отношении ведущих механизмов данного заболевания и не обладая побочными эффектами, существенно увеличивают период ремиссии в отдаленном периоде наблюдений после завершения лечения [13-16]. Реализуемый при этом комплексный подход к применению лечебных физических факторов сочетает в себе супрааддитивное взаимодействие с развитием потенцирующего терапевтического эффекта, отсутствие привыкания организма к воздействию физиотерапевтического стимулу, а также возможность снизить дозу и кратность воздействия, что делает менее утомительным курс процедур для пациента [17]. Вместе с тем, есть исследования, подтверждающие эффективность мануальной терапии в лечении бескаменного холецистита [18].

С учетом вышеизложенных фактов, целью настоящего исследования явилась сравнительная оценка динамики критериев МКФ, отражающих эффективность различных схем медицинской реабилитации больных хроническим бескаменным холециститом, реализованных на основе стандартного подхода, применения мануальной терапии и комплексного использования СМТ и магнитотерапии.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Настоящее исследование выполнено с участием 125 больных хроническим бескаменным холециститом, находящихся на лечении в отделении медицинской реабилитации Филиала №3 ФГБУ «НМИЦ ВТ им. А.А. Вишневого» Минобороны России. Средний возраст составил  $43,9 \pm 4,4$  лет.

Критериями включения в исследование являлись: возраст старше 18 лет, верифицированный в соответствии с Клиническими рекомендациями диагноз хронического бескаменного холецистита (фаза неполной ремиссии и затухающего обострения), добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями невключения в исследование выступали: возраст моложе 18 лет, период беременности или лактации, калькулезный холецистит, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, язвенная болезнь в фазе обострения, воспалительные заболевания и дивертикулярная болезнь кишечника, хронические вирусные, алкогольные, аутоиммунные заболевания печени, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда; острые нарушения мозгового кровообращения; эндокринные заболевания; опухоли любой локализации; паразитарные инвазии и острые инфекции желудочно-кишечного тракта; активные формы туберкулеза, ВИЧ-инфекция.

В качестве критериев исключения из исследования рассматривались: отказ пациента от участия в исследовании; одновременное участие в других клинических исследованиях; непереносимость факторов, воздействие которых предусмотрено протоколом проведения исследования (СМТ-терапия, магнитотерапия).

Все больные подписали добровольное информированное согласие на проведение специального научного обследования и лечения с обработкой их персональных данных (в соответствии с ГОСТ Р 14155-

2014). На исследование получено разрешение локального этического Комитета ФГБУ ДПО «ЦГМА» РФ (Протокол № 5 от 14.04.2017).

Методом простой фиксированной рандомизации, построенной на генерации компьютерной программой случайных чисел, все пациенты были разделены на 3 группы. Первая группа (контрольная, 42 пациента) получала стандартную терапию по протоколу клинических рекомендаций, включающую лечебное питание (дробный, до 4-6 раз прием пищи с исключением острых, соленых и жареных блюд), прокинетики, миотропные спазмолитики и желчегонные средства (по показаниям). Вторая группа (группа сравнения, 41 пациент) дополнительно к стандартной терапии получала курс мануальной терапии в соответствии с рекомендациями Кузьмина В.А. [18]. Пациенты третьей группы (основная, 42 пациента) наряду со стандартным лечением получала курс сочетанной физиотерапии, включавшей СМТ и общую магнитотерапию. Курс состоял из 10 ежедневных процедур.

Эффективность МР пациентов с хроническим бескаменным холециститом оценивали с помощью категорий МКФ, выбор которых определялся информативностью в оценке состояния больного. Нами была определена совокупность доменов МКФ, включающая 2 домена категории «Функции организма», 1 домен категории «Структуры организма» и 2 домена категории «Активность и участие» (таблица 1).

Таблица 1 – Список доменов и категорий МКФ, используемый для оценки эффективности медицинской реабилитации пациентов с хроническим бескаменным холециститом

Составляющие	Домены	Категории второго и третьего уровня
Функции и структуры организма	Сенсорные функции и боль	b 134 Функции сна
		b 152 Функции эмоций
		b 28012 Боль в желудке или животе
	Функции пищеварительной, эндокринной систем и метаболизма	b 515 Функции пищеварения
		b 5350 Ощущение тошноты. Ощущение позывов на рвоту.
		b 5351 Ощущение вздутия. Ощущение распираания в желудке или животе.
Структуры, относящиеся к пищеварительной системе, метаболизму и эндокринной системе	s 570 Структура желчного пузыря и желчевыводящих путей	
Активность и участие	Общие задачи и требования	d230 Управление уровнем собственной активности
	Самообслуживание	d550 Прием пищи

Количественная оценка выделенных категорий МКФ базировалась на использовании единой шкалы бальной оценки от 0 до 4 в зависимости от выраженности анализируемой проблемы [19]:

- 0 (нет проблем: 0–4 %);
- 1 (легкие проблемы: 5–24 %);
- 2 (умеренные проблемы: 25–49 %);
- 3 (тяжелые проблемы: 50–95 %);
- 4 (абсолютные проблемы: 96–100 %).

В рамках каждого из выделенных доменов рассчитывался итоговый балл, исходя из следующей формулы:

$$[\text{сумма баллов по каждому коду/количество кодов}] \times 10.$$

Интегральную оценку, учитывающую параметры всех выделенных доменов, рассчитывали аналогичным образом. Оценку состояния пациентов проводили дважды: до начала реабилитации и после ее окончания. Эффективность МР по каждой группе пациентов с хроническим бескаменным холециститом оценивали с помощью критериев, отражающих позитивное изменение в доменах МКФ [20]:

- 5-10 % - незначительное улучшение;
- 11-24 % - улучшение;
- более 25 % - значительное улучшение.

Статистический анализ полученных результатов на предмет достоверности различий был проведен с использованием параметрических и непараметрических критериев на программном комплексе Statistica v. 12.0 Statsoft, США).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как следует из представленных в таблице 2 данных, изменения параметров выделенных доменов свидетельствовали о разной эффективности схем реабилитации пациентов с хроническим бескаменным холециститом. При этом выраженность корригирующего потенциала для каждой группы больных во многом определялась характером терапевтических воздействий, дополнительно используемых к протоколу стандартного лечения.

Минимальные изменения были зафиксированы в контрольной группе, в которой использовалась стандартная терапия по протоколу Клинических рекомендаций. В частности, отмечена достоверная положительная динамика со стороны функции эмоций, выраженности болевого синдрома в животе, функции пищеварения, ощущений вздутия и распирания в животе, а также в отношении ограничения приема пищи.

Дополнительное использование мануальной терапии (группа сравнения) сопровождалось усилением позитивной динамики, в основном проявившейся в коррекции психических функций (функции сна, эмоций и болевого синдрома). Изменение доменной оценки, отражающих функции пищеварительной системы носили достоверный характер в отношении ощущений вздутия и тошноты. В этой группе также отмечено достоверное снижение параметра в домене «Самообслуживание», связанное с регрессом ограничения в приеме пищи.

Максимальный эффект, выразившийся в достоверном улучшении параметров всех выделенных доменов, был зафиксирован нами в основной группе с сотенной физиотерапией. Необходимо отметить достоверные изменения не только со стороны группы доменов, характеризующих «Структуры и функции», но и отношении доменной группы «Активность и участие», характеризующих уровень функционирования пациента при выполнении индивидуальных задач, а также его вовлечение в жизненные ситуации социальной среды.

Динамика балльного уровня выделенных для оценки МР пациентов с бескаменным холециститом доменов, представленная в таблице 3, имела положительную направленность, что подтверждается достоверным характером изменений. Применение алгоритма количественной оценки доменов с достоверным уровнем изменений по группам позволяет прийти к выводу о том, что в контрольной группе данное значение было минимальным (2 домена из 5). В группе сравнения с дополнительным применением курса мануальной терапии достоверная динамика была отмечена в 3-х доменах, а в основной группе во всех 5-ти доменах наблюдали значимое снижение больной оценки, что указывает на позитивный характер динамики доменного параметра.

Таблица 2 – Динамика значений категорий МКФ при использовании различных схем медицинской реабилитации пациентов с хроническим бескаменным холециститом

Категории второго и третьего уровня	Группы пациентов		
	Контрольная группа	Группа сравнения	Основная группа
Домен «Сенсорные функции и боль»			
b 134 Функции сна	2,04 ± 0,06	1,93 ± 0,06	2,02 ± 0,06
	1,83 ± 0,04	1,74 ± 0,04*	1,12 ± 0,02**
b 152 Функции эмоций	2,44 ± 0,06	2,39 ± 0,06	2,48 ± 0,05
	2,09 ± 0,05*	1,92 ± 0,05*	1,15 ± 0,03**
b 28012 Боль в желудке или животе	2,38 ± 0,06	2,46 ± 0,06	2,41 ± 0,06
	2,11 ± 0,05*	1,92 ± 0,04**	1,33 ± 0,02**
Домен «Функции пищеварительной, эндокринной систем и метаболизма»			
b 515 Функции пищеварения	2,71 ± 0,06	2,84 ± 0,06	2,79 ± 0,06
	2,26 ± 0,05*	2,04 ± 0,04*	1,38 ± 0,03**
b 5350 Ощущение тошноты. Ощущение позывов на рвоту.	2,93 ± 0,07	2,88 ± 0,07	2,97 ± 0,07
	2,35 ± 0,06	2,19 ± 0,04*	1,13 ± 0,02**
b 5351 Ощущение вздутия. Ощущение распирания в желудке или животе.	2,85 ± 0,07	2,91 ± 0,07	2,96 ± 0,07
	2,21 ± 0,05*	2,08 ± 0,04*	1,29 ± 0,03**
Домен «Структуры, относящиеся к пищеварительной системе, метаболизму и эндокринной системе»			
s 570 Структура желчного пузыря и желчевыводящих путей	3,04 ± 0,07	2,94 ± 0,07	2,89 ± 0,07
	2,76 ± 0,06	2,81 ± 0,06	2,15 ± 0,04**
Домен «Общие задачи и требования»			
d230 Управление уровнем собственной активности	2,42 ± 0,07	2,36 ± 0,07	2,41 ± 0,05
	2,29 ± 0,06	2,19 ± 0,05	1,33 ± 0,03**

Домен «Самообслуживание»			
d550 Прием пищи	2,12 ± 0,06 1,74 ± 0,04*	2,19 ± 0,04 1,66 ± 0,03*	2,15 ± 0,04 1,11 ± 0,02**

Примечание: верхнее значение – до лечения, нижнее – после лечения; \* - достоверное отличие от исходного значения показателя при  $p < 0,05$ ; # - достоверное отличие показателя в контрольной группе после лечения при  $p < 0,05$ .

Интегральный балл МКФ достоверно снизился во всех 3-х группах исследования, что свидетельствует о положительных изменениях в функциональном состоянии пациентов. Однако следует заметить, что достигнутая по окончании лечения интегральная оценка в группе с дополнительным применением мануальной терапии достоверно не отличалась от контрольной группы в этой точке. В то же время значение интегрального параметра МКФ в основной группе после окончания курса сочетанного использования лечебных физических факторов было достоверно ниже двух других групп, что подтверждает высокую эффективность использования данной физиотерапевтической технологии.

Изменения интегрального значения выделенных доменов при поведении МР больных хроническим бескаменным холециститом, наглядно представленные на рисунке 1, убедительно свидетельствует о преимуществах сочетанного использования физиотерапевтических факторов. Согласно количественным критериям оценки, предложенным Апхановой Т.В. [20], эффективность МР в выделенных группах МР была нами интерпретирована следующим образом:

Таблица 3 – Динамика бальной оценки доменов МКФ при использовании различных схем медицинской реабилитации пациентов с хроническим бескаменным холециститом

Домены МКФ	Группы пациентов		
	Контрольная группа	Группа сравнения	Основная группа
Сенсорные функции и боль	22,9 ± 0,76 20,1 ± 0,64	22,6 ± 0,72 18,6 ± 0,55*	23,0 ± 0,75 12,0 ± 0,34**
Функции пищеварительной, эндокринной систем и метаболизма	28,3 ± 0,79 22,7 ± 0,64*	28,8 ± 0,81 21,0 ± 0,57*	29,1 ± 0,80 12,7 ± 0,39**
Структуры, относящиеся к пищеварительной системе, метаболизму и эндокринной системе	30,4 ± 0,84 27,6 ± 0,77	29,4 ± 0,82 28,1 ± 0,79	29,6 ± 0,83 21,5 ± 0,59**
Общие задачи и требования	24,2 ± 0,58 22,9 ± 0,63	23,6 ± 0,63 21,9 ± 0,60	24,1 ± 0,65 13,3 ± 0,38**
Самообслуживание	21,2 ± 0,59 17,4 ± 0,49*	21,9 ± 0,61 16,6 ± 0,44*	21,5 ± 0,63 11,1 ± 0,32**
Интегральное значение МКФ	25,5 ± 0,82 21,8 ± 0,63*	25,4 ± 0,80 20,6 ± 0,57*	25,7 ± 0,84 13,3 ± 0,41**

Примечание: верхнее значение – до лечения, нижнее – после лечения; \* - достоверное отличие от исходного значения показателя при  $p < 0,05$ ; # - достоверное отличие показателя в контрольной группе после лечения при  $p < 0,05$ .

- в контрольной группе снижение интегрального показателя МКФ составило 14,3%, что соответствует улучшению;
- в группе сравнения (дополнительное использование мануальной терапии) наблюдали снижение интегрального показателя на 19 %, что указывает на достижение улучшения;
- в основной группе (дополнение стандартного протокола лечения сочетанным применением СМТ и общей магнитотерапией) выявлено снижение интегрального параметра МКФ на 48,2%, что свидетельствует о значительном улучшении.

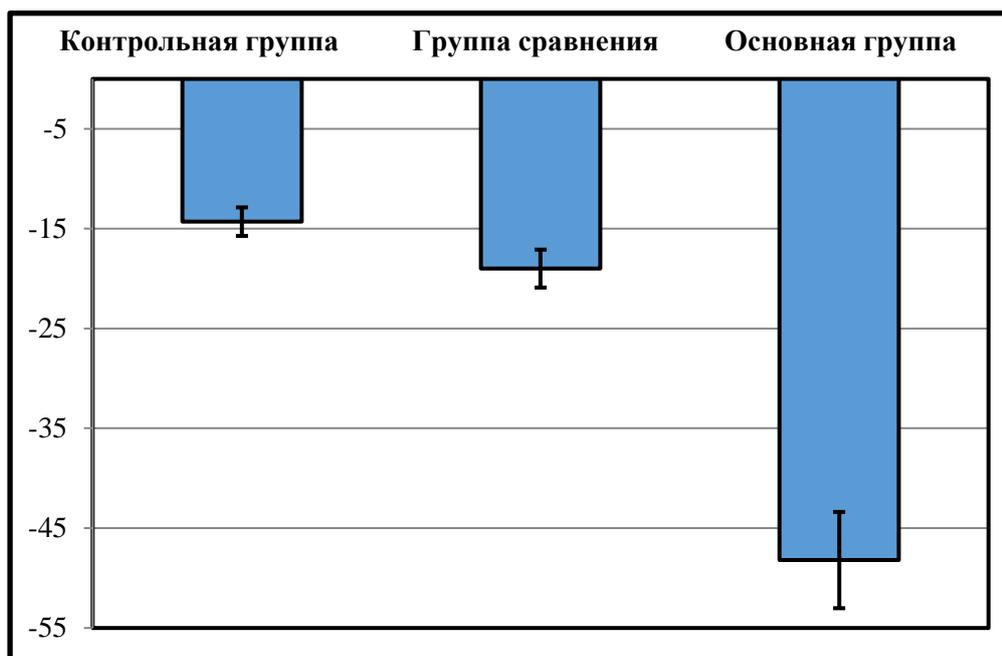


Рисунок 1 – Динамика интегрального значения МКФ при использовании различных схем медицинской реабилитации пациентов с хроническим бескаменным холециститом (в % от исходного значения)

### ОБСУЖДЕНИЕ

Проведение сравнительного анализа эффективности различных схем МР пациентов с хроническим бескаменным холециститом убедительно продемонстрировало превосходство технологии сочетанного использования общей магнитотерапии и СМТ-терапии, дополняющей стандартное лечение по протоколу. В то же время, оценивая эффективность МР в различных группах исследования, необходимо более детально рассмотреть наиболее вероятные механизмы, лежащие в основе выявленной терапевтической активности.

Применение мануальной терапии вызывало дополнительный регресс со стороны нарушений функций сна, эмоций и пищеварительной системы. Согласно имеющимся данным, раскрывающим механизмы лечебных эффектов при проведении мануальной терапии, реализация мануального подхода сопровождается снижением аллостатической нагрузки и достижением более естественного гомеостатического состояния [21]. По мнению Heineman K., висцеральные стрессоры, активируемые при хроническом воспалении желчного пузыря, являются сильным стимулом для аллостатического механизма, сопровождающегося постепенным угасанием эффективных путей обратной связи, предназначенных для восстановления гомеостаза. Использование мануальной терапии способствует устранению чрезмерного синаптического воздействия от первичных афферентных ноцицепторов, что приводит к достижению гомеостаза.

В исследовании, проведенном Кузьминым В.А., использование мануальной терапии сопровождалось нормализацией психоэмоциональной сферы и установлением вегетативного баланса в регуляции процессов образования и выделения желчи при хроническом бескаменном холецистите [18].

Согласно данным, представленным Field T., при применении мануальной терапии наблюдается повышение уровня серотонина - естественного противоболевого нейромедиатора организма [22]. При этом повышенный уровень серотонина коррелирует со снижением кортизола и депрессии, а также субстанции P, вызывающей боль.

Изучение молекулярных механизмов мануальной терапии ознаменовалось выделением набора генов, подтверждающих наличие ассоциативных связей между полиморфизмами в этих генах и количеством нейротрофических факторов, высвобождаемых при мануальных воздействиях [23].

В формировании обезболивающего эффекта СМТ-терапии, по мнению Поддубной О.А., необходимо выделять три важных механизма [24]: снижение потока болевой импульсации за счет блокады афферентных проводников в ЦНС; развитие доминантного очага возбуждения в ЦНС, оказывающего тормозное влияние на восприятие боли; повышение секреции эндогенных опиатов, проявляющих анальгетическое действие.

В спектре биологической активности СМТ, направленной на достижение терапевтического эффекта при хроническом бескаменном холецистите, важное место отводится прокинетиическому действию физиофактора в ответ на раздражение нервно-мышечного аппарата стенки желчного пузыря [24, 25]. Дополнительное значение в реализации лечебного действия амплипульстерапии играет способность фактора проявлять противовоспалительную активность, а также усиливать местный кровоток и

лимфодренаж, что обеспечивает не только ускоренную элиминацию продуктов воспаления, но и способствует проявлению регенераторной активности тканей в условиях облегченной субстратной доступности [16]. Положительное влияние СМТ-терапии на обменные процессы и положительное мембранотропное действие при патологии гепатобилиарной системы отмечают и другие авторы [16, 25].

Сочетанное с СМТ применение общей магнитотерапии также способствует формированию дополнительного терапевтического эффекта. Влияние низкочастотной МТ на организм характеризуется улучшением реологических свойств крови и усилением кровоснабжения органов гепатобилиарной системы [15]. В исследовании Абрамовича С.Г. приводятся научные факты проявления противовоспалительной и противоотечной активности низкочастотной МТ [26]. Отмечается, что реализация антифлогистического эффекта обеспечивается положительным действием магнитного фактора на микрогемодинамические процессы и усилением секреции гормонов коры надпочечников. Противоотечная активность МТ проявляется за счет усиления микронасосной функции, наблюдаемого в условиях повышенной сократительной активности мышц [26]. Представлены данные о положительном влиянии МТ на химический состав желчи и тонуса стенок желчного пузыря [27].

Немало важным аспектом в достижении высокой эффективности МР в основной группе является сочетанный характер курсового применения лечебных физических факторов. Именно при сочетанной форме комплексной физиотерапии наблюдается развитие клинического эффекта, количественно характеризуемого супрааддитивным взаимодействием, или потенцированием [17]. В основе развития потенцирующего клинического эффекта лежат механизмы долговременной адаптивной перестройки функциональных систем, вызванной процессами эпигенетического регулирования и экспрессией генов [28].

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В целом, результаты выполненного исследования, опирающиеся на системный характер оценки реабилитационного процесса, выполненный на основе категорий МКФ, позволяют сделать вывод о выраженном преимуществе дополнительного комплексного применения лечебных физических факторов (СМТ и общей МТ) перед использованием мануальной терапии и стандартного протокола лечения пациентов с хроническим бескаменным холециститом. Представленный анализ внутренних механизмов, определяющих выраженность МР, позволил выявить потенцирующий характер взаимодействия физиофакторов при их сочетанном использовании, что объясняется возникновением дополнительной эффективности в условиях применения воздействий различной модальности и точек приложения их биологического эффекта. Важной особенностью такого взаимодействия выступает длительность реабилитационного эффекта, обеспечивающая пролонгированную ремиссию. Вместе с тем, выдвинутая точка зрения об эпигенетической модели формирования супрааддитивного взаимодействия требует проведения дополнительных исследований клеточных механизмов, определяющих генетические программы реализации фенотипических проявлений адаптации.

### **ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:**

1. Bolton, D. A revitalized biopsychosocial model: core theory, research paradigms, and clinical implications / D. Bolton // *Psychol Med.* – 2023. – Vol. 53(16). – P. 7504–7511.
2. Bolton, D. The Biopsychosocial Model of Health and Disease: New Philosophical and Scientific Developments [Internet] / D. Bolton, G. Gillett. – Cham (CH): Palgrave Pivot; 2019. – PMID: 31886965.
3. van Dijk, H. Physiotherapists Using the Biopsychosocial Model for Chronic Pain: Barriers and Facilitators-A Scoping Review / H. van Dijk, A.J.A. Köke, S. Elbers [et al]. // *Int J Environ Res Public Health.* – 2023. – Vol. 20(2):1634. doi: 10.3390/ijerph20021634.
4. Wade, D.T. The biopsychosocial model of illness: a model whose time has come / D.T. Wade, P.W. Halligan // *Clin Rehabil.* – 2017. – Vol. 31(8). – P. 995–1004.
5. Scura, D. Disability Evaluation / D. Scura, V.M. Piazza // *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–. PMID: 34033360.
6. Иванова Г.Е., Мельникова Е.В., Шамалов Н.А. и др. Использование МКФ и оценочных шкал в медицинской реабилитации. *Вестник восстановительной медицины.* 2018; 3(85): 14–20.  
Ivanova G.E., Melnikova E.V., Shamalov N.A. et al. Use of the ICF and rating scales in medical rehabilitation. *Bulletin of Restorative Medicine.* 2018; 3(85): 14–20. (In Russ.).
7. Шошмин А.В., Пономаренко Г.Н., Бесстрашнова Я.К. и др. Применение международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации: методология, практика, результаты. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.* 2016; 93(6): 12–20.  
Shoshmin A.V., Ponomarenko G.N., Besstrashnova Ya.K. et al. Application of the International Classification of Functioning, Disabilities and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation: Methodology, Practice, Results. *Issues of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy.* 2016; 93(6): 12–20. (In Russ.).
8. Шошмин А.В., Пономаренко Г.Н. МКФ в реабилитации: Издание 2-е, переработанное и дополненное. СПб, 2020: 232.  
Shoshmin A.V., Ponomarenko G.N. ICF in Rehabilitation: 2nd Edition, Revised and Supplemented. St. Petersburg, 2020: 232. (In Russ.).

9. Бурменская А.Н. Обзор исследований в части международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья в русскоязычных публикациях. *Отечественный журнал социальной работы*. 2023; 3(94): 180–187.  
Burmenskaya A.N. Review of Research on the International Classification of Functioning, Disabilities and Health in Russian-Language Publications. *Domestic Journal of Social Work*. 2023; 3(94): 180–187. (In Russ.).
10. Козлова Н.М. Болезни желчевыводящих путей: учеб. Пособие. Иркутск: ИГМУ, 2020: 76.  
Kozlova N.M. Diseases of the biliary tract: a tutorial. Manual. Irkutsk: Irkutsk State Medical University, 2020: 76. (In Russ.).
11. Маев И.В., Бордин Д.С., Ильчишина Т.А. и др. Билиарный континуум: актуальный взгляд на заболевания желчевыводящих путей. *Медицинский совет*. 2021; 15: 122–134.  
Maev I.V., Bordin D.S., Pchishina T.A. et al. Biliary continuum: an up-to-date look at diseases of the biliary tract. *Medical Council*. 2021; 15: 122–134. (In Russ.).
12. Пономаренко Г.Н., Сокуров А.В., Барсуков А.В. и др. Физическая и реабилитационная медицина. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014: 912.  
Ponomarenko G.N., Sokurov A.V., Barsukov A.V. et al. Physical and rehabilitation medicine. National guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2014: 912. (In Russ.).
13. Григорьев К.И., Григорьева О.К., Мазурина С.В. и др. Физические методы лечения детей с заболеваниями билиарного тракта. *Медицинская сестра*. 2022; 24(3): 20–29.  
Grigoriev K.I., Grigorieva O.K., Mazurina S.V. et al. Physical methods of treating children with biliary tract diseases. *Nurse*. 2022; 24(3): 20–29. (In Russ.).
14. Григорян Э.Г., Сербян Н.С. Влияние магнитно-лазерной терапии на состояние гастродуоденальной системы у больных хроническим некалькулезным холециститом. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019; 96(4): 19–24.  
Grigoryan E.G., Serobyann N.S. The effect of magnetic laser therapy on the state of the gastroduodenal system in patients with chronic acalculous cholecystitis. *Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture*. 2019; 96(4): 19–24. (In Russ.).
15. Кулаковская Т.В., Зурначев В.Ф. Лечебные факторы кисловодского курорта и системная магнитотерапия в восстановительном лечении больных хроническим бескаменным холециститом в сочетании с абдоминальным ожирением. *Современные вопросы биомедицины*. 2018; 1(2): 100–108.  
Kulakovskaya T.V., Zurnachev V.F. Therapeutic Factors of the Kislovodsk Resort and Systemic Magnetic Therapy in the Rehabilitation Treatment of Patients with Chronic Acalculous Cholecystitis Combined with Abdominal Obesity. *Modern Issues in Biomedicine*. 2018; 1(2): 100–108. (In Russ.).
16. Шатилов И.Н. Оптимизация санаторно-курортного лечения больных с коморбидным течением хронического холецистита и метаболического синдрома: автореф. дис. ... канд. мед. наук М.; 2019: 24.  
Shatilov I.N. Optimization of spa treatment of patients with comorbid chronic cholecystitis and metabolic syndrome: author's abstract. diss. ... candidate of medical sciences M.; 2019: 24. (In Russ.).
17. Улащик В.С. Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2016; 6: 4–11.  
Ulashchik V.S. Combined physiotherapy: general information, interaction of physical factors. *Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture*. 2016; 6: 4–11. (In Russ.).
18. Кузьмин В.А. Применение методов мануальной терапии в диагностике и коррекции вегетативных нарушений при дисфункциях желчевыводящих путей в условиях санатория: автореф. дис. ... канд. мед. наук М.; 2006: 24.  
Kuzmin V.A. Application of manual therapy methods in diagnostics and correction of autonomic disorders in biliary tract dysfunctions in a sanatorium: author's abstract. diss. ... candidate of medical sciences. M.; 2006: 24. (In Russ.).
19. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья: 54-я сессия ассамблеи Всемирной организации здравоохранения 22 мая 2001 года. Библиотечная служба ВОЗ. СПб: Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда и социального развития Российской Федерации; 2003: 228.  
International Classification of Functioning, Disability, and Health: 54th Session of the World Health Organization Assembly, May 22, 2001. WHO Library Service. SPb: St. Petersburg Institute for Advanced Training of Medical Experts of the Ministry of Labor and Social Development of the Russian Federation; 2003: 228. (In Russ.).
20. Алханова Т.В. Персонализированное применение комплексных методов медицинской реабилитации у пациентов с хроническими лимфатическими отеками нижних конечностей: дис. ... докт. мед. наук М.; 2022: 311.  
Arkhanova T.V. Personalized use of complex methods of medical rehabilitation in patients with chronic lymphatic edema of the lower extremities: diss. ... Doc. of Medicine. M.; 2022: 311. (In Russ.).
21. Heineman, K. Osteopathic manipulative treatment in the management of biliary dyskinesia / K. Heineman // *J Am Osteopath Assoc*. – 2014. – Vol. 114(2). – P. 129–133.
22. Field, T. Massage therapy research review / T. Field // *Complement Ther Clin Pract*. – 2014. – Vol. 20(4). – P. 224–229.
23. Maltese, P.E. Molecular foundations of chiropractic therapy / P.E. Maltese, S. Micheline, M. Baronio [et al]. // *Acta Biomed*. – 2019. – Vol. 90(10-S). – P. 93–102.
24. Поддубная О.А. Синусоидальные модулированные токи в клинической физиотерапии. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2017; 16(1): 39–47.  
Poddubnaya O.A. Sinusoidal modulated currents in clinical physiotherapy. *Physiotherapy, balneology and rehabilitation*. 2017; 16(1): 39–47. (In Russ.).
25. Шейкина А.И., Кнышова В.В. Влияние синусоидальных модулированных токов на состояние липидного и белкового обмена у больных хроническим некалькулезным холециститом. *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2012; 32(3): 77–83.

- Sheykina A.I., Knysheva V.V. Effect of sinusoidal modulated currents on the state of lipid and protein metabolism in patients with chronic acalculous cholecystitis. Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences. 2012; 32(3): 77–83. (In Russ.).
26. Абрамович С.Г. Физиотерапия воспаления. Курортная медицина. 2021; 3: 6–21.  
Abramovich S.G. Physiotherapy of inflammation. Spa medicine. 2021; 3: 6–21. (In Russ.).
27. Назарова Э.М. Применение общей магнитотерапии и сульфидных ванн в санаторной терапии больных с метаболическим синдромом : автореф. дис. ... канд.мед.наук. М., 2012: 23.  
Nazarova E.M. Application of general magnetic therapy and sulfide baths in sanatorium therapy of patients with metabolic syndrome: author's abstract. dis. ... candidate of medical sciences. Moscow, 2012: 23. (In Russ.).
28. Беньков А.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. и др. Анализ механизмов синергических эффектов при сочетанном применении физиотерапевтических факторов. Физиотерапевт. 2021; 6: 77–87.  
Benkov A.A., Nagornev S.N., Frolov V.K. et al. Analysis of the mechanisms of synergistic effects in the combined use of physiotherapeutic factors. Physiotherapist. 2021; 6: 77–87. (In Russ.).

## **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF MEDICAL REHABILITATION OF PATIENTS WITH CHRONIC ACALCULOUS CHOLECYSTITIS USING ICF CATEGORIES**

**Pankov O.A.1, Nagornev S.N.2, Ivanova I.I.2**

<sup>1</sup>Clinic "Studio Zdorovya", Kaliningrad, Russia

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution of Higher Professional Education "Central State Medical Academy", Moscow, Russia

### **ABSTRACT.**

The article analyzes the algorithm for using the categories of the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) to assess the effectiveness of various schemes of medical rehabilitation of patients with chronic acalculous cholecystitis. It is shown that the modern interpretation of medical rehabilitation is based on the biopsychosocial model, which integratively considers the limitations of the patient's life as a result of his functioning in the conditions of illness and the close relationship of his personal characteristics and social functions with the environment, determining the degree of integration of the individual into society. The results of the study, based on the systemic nature of the assessment of the rehabilitation process, convincingly proved the pronounced advantages of the additional combined use of sinusoidal modulated currents and general magnetic therapy over the use of manual therapy and the standard protocol for treating patients with chronic acalculous cholecystitis. The presented analysis of the internal mechanisms that determine the effectiveness of medical rehabilitation made it possible to identify the potentiating nature of the interaction of physiofactors when they are used in combination, which is explained by the emergence of additional efficiency in the conditions of using effects of different modalities and points of application of their biological effect.

**Key words:** medical rehabilitation, International Classification of Functioning, disability, general magnetic therapy, sinusoidal modulated currents, combined physiotherapy, chronic acalculous cholecystitis.

---

### **Сведения об авторах**

*Паньков Олег Александрович – мануальный терапевт клиники «Студия Здоровья», г. Калининград. E-mail: ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6861-324X>*

*Нагорнев Сергей Николаевич - д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсами педиатрии, сестринского дела, клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «ЦГМА E-mail: [drnag@mail.ru](mailto:drnag@mail.ru); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1190-1440>*

*Иванова Ирина Ивановна - д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсами педиатрии, сестринского дела, клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «ЦГМА E-mail: [i.ivanova@mail.ru](mailto:i.ivanova@mail.ru); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8943-9321>*

---

**ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 61.613

**ПРИМЕНЕНИЕ СПОРТИВНОЕ ПИТАНИЕ КАК КОМПОНЕНТ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА К  
ВЫПОЛНЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

**Шонус Д.Х.<sup>1</sup>, Богданов Д.О.<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет», г. Москва, Россия

**РЕЗЮМЕ** Популяризация и последующая заинтересованность граждан Российской Федерации к занятиям физической культурой и спортом растет, а знания индивидуума в области применения и употребления спортивного питания формируются спонтанно. В основе, средства массовой информации, видеохостинги, на которых авторы различных каналов, рекламируют биологически активные добавки и иную продукцию, что влияет на восприятие и желание человека после просмотра, купить продукт, спортивное питание, не проконсультировавшись со специалистом, тем более, в иных случаях, игнорируя сроки прохождения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения.

Рассмотрен, порядок действия индивидуума при желании приобрести и употреблять спортивное питание, а также проанализировано, как спортивное питание влияет на адаптационные процессы организма спортсмена, футболиста. Кроме того, составлена таблица на основе изученной литературы по проблематике статьи, позволяющая самостоятельно ответить на рефлексивные вопросы и постараться обдумать, принять верное решение.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** спортивное питание, двигательная активность, спорт, адаптационные процессы.

**ВВЕДЕНИЕ**

В связи с ростом популярности занимающихся граждан Российской Федерации различными видами спорта и ежедневной двигательной активностью, значение приобретают проблемы: пропаганды спортивного питания широко разрекламированными любителями и спортсменами на таких Интернет ресурсах как: YouTube, Telegram и другие, а также отсутствие понимание со стороны личности о том, как протекают физиологические процессы, требуется ли человеку употреблять активные биологические добавки, спортивное питание при выполнении физических нагрузок для восстановления и поддержания функциональных возможностей организма (см. рисунок 1).

Рассмотрев рисунок 1, можно сказать, что разность людей, занимающихся видами спорта и двигательной активностью с 2015 до 2023 год включительно выросла на 15 510,78 тысяч человек, но в целом предоставленные данные на официальном сайте ресурса Министерства спорта Российской Федерации свидетельствует о том, что прогнозируется дальнейший прирост целевых показателей [1, 2].

\* Адрес для переписки: Богданов Даниил Олегович, E-mail: daniilbogdanov0547@yandex.ru

**Цитирование.** Шонус Д.Х., Богданов Д.О. Спортивное питание как компонент адаптации человека к выполнению физических нагрузок. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 43-50

**Citation:** Shonus D.H., Bogdanov D.O. Sports nutrition as a component of human adaptation to physical activity. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 43-50

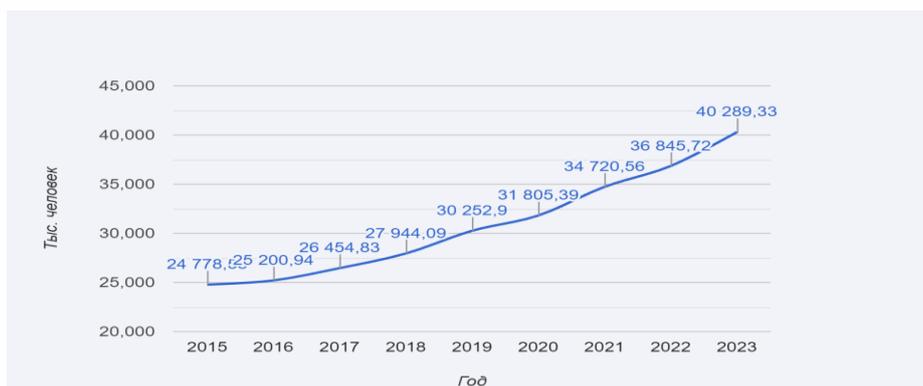


Рисунок 1. Численность граждан, занимающихся видами спорта и двигательной активностью [1]

Также, акцентирую ваше внимания, на период 2023 года, состав граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом, равнялся – 75,7 миллионов человек, что варьируется между группами населения (см. диаграмму 1) [3].



Диаграмма 1. Состав граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом [3]

Из вышеописанного следует, что сегодняшний трудовой график очень интенсивен, речь идет о сферах жизни общества и рынка труда. Ежедневно совмещать виды социальной активности очень тяжело из-за отсутствия времени (монотонности труда), географического расположения региона и климатических условий (периодов авитаминоза, магнитных бурь и т.д.), вырабатывается усталость у индивидуума, что не позволяет систематически тренироваться. Реальные проблемы на рабочем месте и ситуации, в которых граждане в виду выполнения своих должностных обязанностей, поручений от вышестоящего руководства реализовывают, трудоемкие задачи как умственные, так и физические. Впоследствии сказывается на здоровье работника, в результате: апатия, депрессия и отсутствие мотивации к занятиям по спорту, а дальнейшем формировании негативных факторов говорить не приходится [4].

Специалисты в области спортивного питания (Э.Э. Сафонова, В.В. Быченкова) утверждают, что при возбуждении и осуществлении активной работы, количественная потребность в питательных веществах человека, занимающегося профессиональным спортом или физической культуры будет отличаться от пассивных лиц, ведущих малоактивный образ жизни. Вследствие с этим, из объема потраченной энергии должен исходить индивид при потреблении продуктов или спортивного питания, чтобы восполнить компоненты для дальнейшей продуктивной жизнедеятельности, если на то требует организм. При осуществлении тренировочных занятий, процесс тонизирование и последующего расходование нутриентов прирастает в 300 раз в сравнении со состоянием покоя (см. таблицу 1) [5, стр. 48].

Таблица 1. Относительный расход энергии (на 1 кг массы тела) в минуту [5]

Вид деятельности	Расход энергии, ккал	Вид деятельности	Расход энергии, ккал
Сон	0,93	Медленная ходьба	2,86
Борьба	12,0–16,0	Бокс (бой с тенью)	10,52
Метания	11,0	Бег спокойный или средний	6,15
Гребля 50 м/мин	2,58	Плаватель 50 м/мин	10,2
Бег со скоростью 18 км/ч	10,78	Бег со скоростью 15 км/ч	11,25

На основе вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что спортивное питание, в первую очередь, должно обеспечить организм человека необходимыми питательными веществами в случаи острой нехватки и необходимости, которая определяется классифицированным врачом и специализированным медицинским оборудованием. Во-вторых, улучшать работоспособность человека без побочных эффектов.

Целью написания работы являлось, рассмотрение спортивного питания, как необходимого фактора в адаптации организма человека к физическим нагрузкам.

Решение поставленной цели предполагает реализацию следующих задач:

– выявить, порядок предупредительных действий индивидуума при возможном изъявлении желания к приобретению и употреблению спортивного питания;

– проанализировать, воздействия спортивного питания на адаптационные процессы человека при выполнении физической нагрузки на примере такого вида спорта, как футбол.

Теоретическая значимость данной темы, обосновывается в том, что в работе рассмотрен, порядок действий индивидуума в ситуации, которая подталкивает или направляет его к употреблению спортивного питания. Кроме того, проанализирована информация о влиянии спортивного питания, как адаптационного компонента при физических нагрузках в футболе.

Практическая значимость темы, заключается в описании открытых данных, предоставляемых компанией, занимающейся анализом рынков в России, а именно: темпов производства спортивного питания в России в 2019-2023 гг., а также о проблемах реализации продукции спортивного питания в теневой экономике.

Методы исследования: анализ литературы, описание.

Объем и структура изложенной работы, состоит из 17 листов, включающих: заголовков, резюме, ключевые слова, введение, литературный обзор, основную часть, заключение и список используемых литературных источников.

### Материалы

Поклонники именитых спортсменов периодически наблюдают за их ежедневным рационом, потребляемом спортивном питании, но не осознают весь путь трудовой деятельности и дисциплины, которую сохраняет атлет за съемочным повеленном, камерой в повседневной жизни. Возникает иллюзия, ошибочное суждение, что стоит начать употреблять спортивное питание, несколько раз сходить в фитнес цент или спортивный зал, человек сразу же станет таким же мускулатурным, как и профессиональный спортсмен. Индивидууму, основывающемуся из вышеприведенной позиции, стоит изжить импульсивность и быть хладнокровным, рассудительным [6].

Надлежит, выполнить ряд психологических и диагностика-медицинских действий. Во-первых, задать самому себе рефлексивные вопросы и в форме рассуждение, доказательно ответить на них. Примерный перечень вопросов, сформулирован на основе изученной литературы по проблеме статьи (см. таблицу 2) [7].

Таблица 2. Перечень рефлексивных вопросов, способствующих личностной оценки о необходимости применения спортивного питания

Вопрос	Примечание
1. Из-за чего именно, проявляется интерес к применению спортивного питания	При формулировании обоснованного отклика, нужно исходить из повседневной жизнедеятельности человека, а не брать пример с атлета, по типу: в интервью, истории социальной сити увидел, что спортсмен использует биологически активные добавки и мне требуется, учитывайте метаболизм, ежедневную активность и т.д.
2. Каковы сопутствующие (фактические условия), необходимости в использовании спортивного питания	Сравните время, затрачиваемое на работу и осуществление задач по истечению дня, а именно количество потребляемой энергии и промежутков для восполнения затрат (БЖУ), коэффициента усталости, личное физическое состояние (например, по шкале астенического состояние, методике определения уровня невротической астении, разработанная в НИПНИ им. Бехтерева), положительной оценки сформированной продуктовой корзины, целесообразности применения съестных продуктов для восполнения нутриентов.
3. Изучались ли вопросы о, рациональном и правильном питании,	В сети Интернет в открытом доступе находится большое количество проверенной, полезной информации, научно

развитии физических качеств, совершенствовании двигательных умений и навыков в соответствующем возрастном периоде	обоснованной, которой можно пользоваться и просвещаться. Взаимодействовать, можно со следующими электронными ресурсами: cybetlenika.ru, elibrary.ru и другие, в частности, изучить, монографии, учебные пособия и т.д.
---	--

Во-вторых, проходить диспансерный контроль, чтобы отслеживать состояние здоровья, консультироваться со классифицированными врачами, особенно стоит, советоваться с эндокринологом, диетологом для проработывания вопросов, целесообразности употребления спортивного питания [8, 9].

В основе приобретения и повышения физической работоспособности лежит механизм долговременной адаптации. Любой вид спорта, требует интенсивной работы от организма человека, изнашивая и истощая его. Чтобы эффективно адаптировать: нейрогуморальную, сердечно-сосудистую, дыхательную и последующие системы к выполнению нагрузок, прогрессированию в спортивной карьере личности, желательно совмещать и чередовать принципы адаптации, а именно соблюдать: регулярность, доступность и индивидуальность, обратимость, последовательность и сбалансированность в тренировочном процессе. Спортивное питание позволяет, как можно быстрее восполнять и замещать затраченную энергию, но не дает возможности, как это не было адаптировать человека к нагрузкам без самих усилий индивидуума, все зависит от желания и упорства атлета [10].

### Анализ и обсуждение

Анфиногенова, О.И. с рядом научных сотрудников в 2024 году, опубликовала исследования на тему: «Клинико-лабораторный мониторинг показателей адаптации организма спортсменов-футболистов к физическим нагрузкам на фоне применения спортивного питания». Целью исследования являлось, проведение комплексной оценки функционального состояния организма спортсменов-футболистов с учетом физических нагрузок и употребления спортивного питания «Мясной энергетик».

В методы и организация исследования входило: 27 обучающихся, профессиональных футболиста, 1 и 2 курса ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет». Возраста юношей варьировались от 17-21 года. Было сформировано три экспериментальные группы, основным отличием одной от другой являлся, промежуток времени в длинной месяц, два и три, а именно сравнение показателей между этими группами. К лабораторным критериям относилось: нормальный уровень концентрации гемоглобина и количества эритроцитов. Исследовали цельную капиллярную кровь. Оценка гомотопических показателей была выполнена на автоматизированном анализаторе: MEDONIK M-SERIES. Определение уровня тестостерона и миостатина, выполнено на анализаторе Multiscan Go. Достоверность различий между группами оценивали с помощью критерия Стьюдента (t-критерий). Исходные данные исследуемой выборки соответствовали по критерию Шапиро-Уилка. Уровень значимости  $p$  выбран менее 0,05 ( $p < 0,05$ ).

Результаты исследования характеризуются тем, что кровь играет ключевую роль в транспортировке и доставки ферментов по организму, адаптируя его к условиям внешней среды. Клеточный состав крови здорового человека постоянен, следовательно, изменение морфофункциональных показателей крови при адаптационных процессах организма имеют диагностическое значение. Данные развернутого анализа крови показало, что все параметры у обследованных в трех срезах исследования находились в пределах референтных значений, но были выявлены некоторые различия (см. таблицу 2).

Таблица 2. Показатели крови у спортсменов-футболистов на всех этапах приема спортивного питания [11]

Показатели	1 группа (n=27)	2 группа (n=27)	3 группа (n=27)	P
Количество лейкоцитов (WBC)	5,19±0,23	5,98±1,11	4,87±0,37	$P_{1,2} > 0,1$ $P_{2,3} > 0,1$ $P_{1,3} > 0,1$
Количество эритроцитов (RBC)	5,22±0,1	4,95±0,09	5,01±0,1	$P_{1,2} < 0,05^*$ $P_{2,3} > 0,1$ $P_{1,3} < 0,001^{***}$
Концентрация гемоглобина (HGB)	152,46±0,1	143,5±2,9	168,71±5,6	$P_{1,2} < 0,001^{***}$ $P_{2,3} > 0,1$ $P_{1,3} < 0,01^{**}$
Гематокриная величина (HCT)	0,45±0,01	0,43±0,01	0,51±0,02	$P_1 > 0,1$ $P_{2,3} > 0,1$ $P_{1,3} < 0,01^{**}$
Средний объем эритроцитов (MCV)	87,2±0,71	86,33±0,56	85,96±1,06	$P_{1,2} > 0,1$ $P_{2,3} > 0,1$ $P_{1,3} > 0,1$

Среднее содержание гемоглобина в одном эритроците (MCH)	29,22±0,71	28,98±0,3	28,6±0,3	P <sub>1,2</sub> >0,1 P <sub>2,3</sub> >0,1 P <sub>1,3</sub> <0,05*
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC)	335,69±2,17	335,83±2,82	332,71±2,04	P <sub>1,2</sub> >0,1 P <sub>2,3</sub> >0,1 P <sub>1,3</sub> >0,1
Количество тромбоцитов (PLT)	243,69±15,11	222±17,35	161,14±11	P <sub>1,2</sub> >0,1 P <sub>2,3</sub> <0,001*** P <sub>1,3</sub> >0,1
<b>Показатели</b>	<b>1 группа (n=27)</b>	<b>2 группа (n=27)</b>	<b>3 группа (n=27)</b>	<b>P</b>
Средний объем тромбоцитов (MPV)	9,19±0,3	9,17±0,35	9,96±0,19	P <sub>1,2</sub> >0,1 P <sub>2,3</sub> >0,1 P <sub>1,3</sub> >0,1
Ширина распределения тромбоцитов (PDW)	11,3±0,57	11,18±0,62	11,8±0,36	P <sub>1,2</sub> >0,1 P <sub>2,3</sub> >0,1 P <sub>1,3</sub> >0,1
Тромбокрит (PCT)	2,2±0,09	2,02±0,11	1,55±0,1	P <sub>1,2</sub> >0,1 P <sub>2,3</sub> <0,001*** P <sub>1,3</sub> >0,1
Коэффициент крупных тромбоцитов (P-LCR)	21,15±2,51	21,85±2,32	25,41±1,28	P <sub>1,2</sub> >0,1 P <sub>2,3</sub> >0,1 P <sub>1,3</sub> >0,1

*Примечание:* P<sub>1,2</sub> – достоверность различий между показателями крови спортсменов на начальном этапе эксперимента и второй группы; P<sub>1,3</sub> – достоверность различий между показателями крови контрольной группы и третьей группы; P<sub>2,3</sub> – достоверность различий между показателями крови второй и третьей группы; \* – p<0,001

Результаты, представленные выше, показывают, что у спортсменов количество эритроцитов находилось в пределах референтных значений. Например, заметно снижение показателей у второй группы по сравнению с первой и третьей, это связано с насыщением крови кислородом. Показатель концентрации гемоглобина наиболее выражено повышен у спортсменов-футболистов третьей группы, которая наиболее дольше принимала спортивное питания. В отличие от количества эритроцитов и гематокрита исследование концентрации гемоглобина в эритроцитах выявило достоверные различия у спортсменов первой группы. В основе развития тренированности организма лежит усиленный синтез структурных и ферментных белков в активно работающих клетках, тканях и системах, что приводит к мощности клеточных структур. По результатам распределения уровня миостатина и тестостерона в ходе экспериментального исследования можно отметить следующее: показатели не выходили за уровень референтных значений и оставались в одном диапазоне на всех этапах эксперимента (см. таблицу 3) [11].

Таблица 3. Содержание миостатина и тестостерона у спортсменов на фоне приема спортивного питания, M±m [11]

<b>Показатели</b>	<b>1 группа (n=27)</b>	<b>2 группа (n=27)</b>	<b>3 группа (n=27)</b>	<b>P</b>
Тестостерон	1,053±0,073	1,107±0,048	1,18±0,17	P <sub>1,2</sub> >0,1
Миостатин	0,172±0,015	0,222±0,047	0,242±1,1	P <sub>2,3</sub> >0,1
–	–	–	–	P <sub>1,3</sub> >0,1

*Примечание:* P<sub>1,2</sub> – сравнение различий между показателями крови спортсменов на начальном этапе эксперимента и второй группы; P<sub>1,3</sub> – сравнение различий между показателями крови контрольной группы и третьей группы; P<sub>2,3</sub> – сравнение различий между показателями второй и третьей группы.

Таким образом, на основе вышеупомянутого, можно сказать, что спортивное питания обеспечивает организм необходимыми питательными веществами, восполняя потраченную энергию с условием, что спортсмен потребляет качественные и правильные продукты питания, соблюдает режим труда и отдыха, только тогда спортивное питание будет идти в пользу организма человека и помогать спортсмену в соревновательном деле, занимать призовые места.

Рассмотрим, практическую часть статьи. По оценки компании: «BusinesStat®», за 2019-2023 года производство спортивного питания выросло в 6 раз: с 0,97 до 5,88 тысяч тон. Позитивно сказались

санкционные пакеты, введенные и утвержденные, недружественными странами в отношении Российской Федерации в начале 2022 года, что сопровождалось блокировкой сайта: «iHerb», предоставляющего возможность гражданину, заказывать из зарубежных государств спортивное питание.

На основании вышеописанного, следует, что производственный рынок изменился и дифференцировался, теперь создаются предприятия на территории России, способные изготавливать: соевые изоляторы, сывороточный и казеиновый протеин, гидролизаторы сывороточных белков. Также в течении нескольких лет должно появиться около шести, десяти отечественных заводов по механизации вышеизложенной, продукции, что положительно скажется на потребительском рынке как по ценовой политики, так и по качеству реализуемого товара (см. таблицу 2) [12].

Таблица 4. Производство спортивного питания в России в 2019-2023 гг (т, нетто) [12]

Параметр	2019	2020	2021	2022	2023
Производство (т)	967,6	887,3	1 013,2	4 857,3	5 882,2
Динамика (% к предыдущему году)	–	-8,3	14,2	379,4	21,1

Рассмотрев таблицу 4, можно сказать, что основной прирост производственных мощностей пришелся на 2022 и 2023 год, анализируя и сопоставляя динамику, можно с уверенностью говорить, что ожидается дальнейший положительный темп производимого спортивного питания.

Во время пандемии: COVID-19, большое количество компаний, реализуемых продажу спортивного питания потерпели убытки, ввиду отсутствие понимания и адаптации к маркетплейсам, люди перестали покупать товар в очном формате, во время действующих ограничений во избежание распространения инфекции, в соответствии с этим переход на онлайн продажу был медленным, нецентрализованным. Как следствие, в 2020 году Национальная ассоциация индустрии спортивного питания обратилась в Федеральную антимонопольную службу (ФАС), для проверки рекламы биологически активных добавок от «Яндекс.Маркета». Авторы обращения утверждали, что нарушается закон о рекламе, продвигая биологически активные добавки, которые могут содержать в составе психотропные, ядовитые и наркотические вещества, запрещенные к использованию по техническому регламенту Таможенного союза. В результате рассмотрения дела ФАС оштрафовало компанию.

В санкционных условиях, зарубежные производители продали бизнес на территории Российской Федерации, что послужило разочарованию со стороны постоянных клиентов, а тем более ажиотажу к импортируемой продукции, поступающий через страны постсоветского пространства по Таможенному союзу или нелегально, поддельная код товара, производя подпольно не имея на то должного оборудования и экспертов по контролю за качеством, говорить о сырье не придется, какие примеси будут содержаться в спортивном питании, можно только догадываться. В основе сырье поставляется с азиатских рынков, сейчас грядут изменения, прежде всего, наращивает производство Дальний Восток, финансируются отрасли на территории ОЭЗ «Тольятти»; ООО «Фитнес Фуд», планируется ввести в эксплуатацию новый завод по диетическому и спортивному питанию мощностью в 400 тон продукции в месяц [12].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На сегодняшний день нужно решить следующие вопросы:

- закрепить, однозначное определение спортивного питания;
- изложить положение, механизмы и нормы для производителей спортивного питания.

В работе рассмотрены вопросы адаптации организма человека к физическим нагрузкам при использовании спортивного питания, на примере избранного вида спорта: футбол. Также описаны предварительные действия индивидуума, который хочет начать употреблять спортивное питание.

Лабораторно-клинический анализ, опубликованный отечественными научными сотрудниками, обширно показал, характер и концентрацию элементов в крови спортсменов, футболистов, то, как влияет спортивное питания на адаптацию организма к физическим нагрузкам.

Анализ рынка спортивного питания на территории России, позволил представительно оценить и представить перспективы развитие отрасли, спроса на товары, особенно диетологического характера среди граждан страны.

Таким образом, выполнены поставленная цель и задачи, рассмотрена и описана теоретическая и практическая значимость работы.

## **ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:**

1. Статистические показатели Единого Методического Информационного ресурса Официального ресурса Министерства спорта Российской Федерации.: Развитие видов спорта и двигательной активности. – URL: <https://clck.ru/3Bhrew> (дата обращения: 05.07.24).  
Statistical indicators of the Unified Methodological Information Resource of the Official resource of the Ministry of Sports of the Russian Federation.: Development of sports and motor activity. – URL: <https://clck.ru/3Bhrew> (date of request: 05.07.24).
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года» от 24.11.2020 № 3081-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3BqNmA> (дата обращения: 06.07.24).  
Decree of the Government of the Russian Federation «On approval of the Strategy for the Development of physical culture and Sports in the Russian Federation for the period up to 2030» dated 11.24.2020 № 3081-r [Electronic resource]. – Access mode: <https://clck.ru/3BqNmA> (date of request: 07.06.24).
3. Статистические показатели Единого Методического Информационного ресурса Официального ресурса Министерства спорта Российской Федерации.: Общие итоги за 2023 год. – URL: <https://clck.ru/3BqTeW> (дата обращения: 06.07.24).  
Statistical indicators of the Unified Methodological Information Resource of the Official resource of the Ministry of Sports of the Russian Federation.: General results for 2023. – URL: <https://clck.ru/3BqTeW> (date of request: 06.07.24).
4. Столяров, В.И. Анализ факторов, влияющих на физкультурно-спортивную активность населения [Электронный ресурс] / В.И. Столяров, Э.А. Зюрин, Ю.В. Окуньков, Е.Н. Петрук // Вестник спортивной науки. – 2021. – № 2. – URL: <https://clck.ru/3BgkmX> (дата обращения: 08.07.2024).  
Stolyarov, V.I. Analysis of factors influencing physical culture and sports activity of the population [Electronic resource] / V.I. Stolyarov, E.A. Zyurin, Yu.V. Okunkov, E.N. Petruk // Bulletin of Sports Science. – 2021. – № 2. – URL: <https://clck.ru/3BgkmX> (date of request: 07.08.2024).
5. Сафонова, Э.Э. Функциональное питание: учебное пособие / Э.Э. Сафонова, В.В. Быченкова. – СПб.: Лань, 2022. – 136 с.  
Safonova, E.E. Functional nutrition: a textbook / E.E. Safonova, V.V. Vychenkova. – St. Petersburg: Lan, 2022. – 136 p.
6. Максименко, А.А. Связь компульсивных покупок с тревожностью и депрессией у россиян / А.А. Максименко, О.С. Дейнека, Д.В. Юринова, Е.И. Чарушина // Экономическая социология. – 2024. – № 3. – С. 58–83.  
Maksimenko, A.A. The connection of compulsive purchases with anxiety and depression in Russians / A.A. Maksimenko, O.S. Deineka, D.V. Yurina, E.I. Charushina // Economic sociology. – 2024. – № 3. – pp. 58–83.
7. Крохалева, В.А. Эффективность продаж в общественном питании: учебное пособие / В.А. Крохалев, Д.С. Мысаков, Л.А. Кокорева, Я.Ю. Старовойтова. – Екатеринбург: УрГЭУ, 2022. – 186 с.  
Krokhaleva, V.A. Sales efficiency in public catering: a textbook / V.A. Krokhaliev, D.S. Mysakov, L.A. Kokoreva, Ya.Yu. Starovoitova. – Yekaterinburg: UrGSUE, 2022. – 186 p.
8. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации «Об утверждении порядка проведения диспансерного наблюдения за взрослыми» от 15.03.22 № 168н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3Bsp36> (дата обращения: 12.07.24).  
Order of the Ministry of Health of the Russian Federation «On approval of the procedure for conducting dispensary supervision of adults» dated 03.15.12 № 168n [Electronic resource]. – Access mode: <https://clck.ru/3Bsp36> (date of request: 07.12.24).
9. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «диетология» от 15.11.2012 № 920н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3Bt6G5> (дата обращения: 12.07.24).  
Order of the Ministry of Health of the Russian Federation «On approval of the Procedure for providing medical care to the population in the field of «dietology» dated 11.15.2012 № 920n [Electronic resource]. – Access mode: <https://clck.ru/3Bt6G5> (date of request: 07.12.24).
10. Карпов, А.А. Адаптация организма человека к физическим нагрузкам / А.А. Карпов // Наука-2020. – 2021. – № 5. – С. 102–105.  
Karpov, A.A. Adaptation of the human body to physical exertion / A.A. Karpov // Nauka 2020. – 2021. – № 5. – P. 102–105.
11. Анфиногенова, О.И. Клинико-лабораторный мониторинг показателей адаптации организма спортсменов-футболистов к физическим нагрузкам на фоне приема спортивного питания / О.И. Анфиногенова, А.Ю. Муратова, А.Б. Эльканова, А.А. Власов, Н.Г. Беляев // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – № 2. – С. 1–9.  
Anfinogenova, O.I. Clinical and laboratory monitoring of indicators of adaptation of the body of athletes of football players to physical exertion against the background of sports nutrition intake / O.I. Anfinogenova, A.Yu. Muratova, A.B. Elkanova, A.A. Vlasov, N.G. Belyaev // Modern issues of biomedicine. – 2024. – № 2. – pp. 1–9.
12. Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении перечня иностранных государств и территорий, совершающих недружественные действия в отношении Российской Федерации, российских юридических и физических лиц» от 05.03.2022 № 430-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3BuA9J> (дата обращения: 14.07.24).  
Decree of the Government of the Russian Federation «On approval of the List of foreign States and Territories Committing Unfriendly Acts against the Russian Federation, Russian Legal entities and Individuals» dated 03.05.2022 № 430-p [Electronic resource]. – Access mode: <https://clck.ru/3BuA9J> (date of request: 07.14.24).
13. BusinesStat® DEMO годовые обзоры рынков. Анализ рынка спортивного питания в России в 2019-2023 гг, прогноз на 2024-2028 гг. – URL: <https://clck.ru/3BuAZh> (дата обращения: 14.07.24).  
Businessstat® DEMO ready-made market reviews. Analysis of the sports nutrition market in Russia in 2019-2023, forecast for 2024-2028 – URL: <https://clck.ru/3BuAZh> (date of request: 07.14.24).

**SPORTS NUTRITION AS A COMPONENT OF HUMAN ADAPTATION TO PHYSICAL ACTIVITY**

**Shonus D.H.<sup>1</sup>, Bogdanov D.O.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow Pedagogical State University», Moscow, Russia

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow Pedagogical State University», Moscow, Russia

**ABSTRACT.** The popularization and subsequent interest of citizens of the Russian Federation in physical education and sports is growing, and the individual's knowledge in the field of application and use of sports nutrition is formed spontaneously. At the core, the mass media, video hosting sites on which the authors of various channels advertise biologically active additives and other products, which affects a person's perception and desire after watching, to buy a product, sports nutrition, without consulting a specialist, especially in other cases, ignoring the timing of preventive medical examination and medical examination of certain groups of the adult population.

The order of action of an individual, if desired, to purchase and consume sports nutrition, is considered, and also analyzes how sports nutrition affects the adaptive processes of the athlete's body, football player. In addition, a table has been compiled based on the studied literature on the subject of the article, which allows you to independently answer reflexive questions and try to think about it, make the right decision.

**Keywords:** sports nutrition, physical activity, sports, adaptation processes.

---

**Сведения об авторах**

*Шонус Дарья Харлампиевна – канд. мед. наук, заведующей кафедрой фундаментальной медицины и реабилитации Московский педагогический государственный университет, ФГБОУ ВО «МПГУ», МПГУ, г. Москва, Россия, E mail: dkh.shonus@mpgu.su AuthorID: 973077*

*Богданов Даниил Олегович – студент 4 курса, Московского педагогического государственного университета, ФГБОУ ВО «МПГУ», МПГУ, г. Москва, Россия, E mail: do\_bogdanov@student.mpgu.edu ORCID ID: 0009-0007-4960-1746*

---

**ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 616 211; 616 216; 615.8

**ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОЛИПОЗНЫМ РИНОСИНОСИТОМ, АССОЦИИРОВАННЫМ С АТОПИЧЕСКИМ ДЕРМАТИТОМ**

Пелищенко Т.Г.<sup>1\*</sup>, Круглова Л.С.<sup>2</sup>, Бояринцев В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Клиническая больница № 1» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

**РЕЗЮМЕ.** Проведен статистический анализ предикторов эффективности лечения пациентов с полипозным риносинуситом на фоне атопического дерматита, которые получали дупилумаб, низкоинтенсивный инфракрасный лазер в носовую полость, переменное магнитное поле и фототерапию. Корреляционный анализ позволил выделить четыре независимые переменные, которые в большей степени взаимосвязаны с эффективностью лечения, оцениваемое по динамике шкалы МКФ (международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья). Это шкала оценки качества жизни SNOT-22, индекс SCORAD, концентрация в крови интерлейкина IL-5 и иммуноглобулина IgE. Проведение регрессионного анализа подтвердило значимость этих показателей как предикторов эффективности применения комбинированной физиотерапии при коморбидной патологии. Выявлено, что точность прогноза достаточно высока и превышает 80%. Установлено, что исходные значения индекса SCORAD в наибольшей степени определяют выраженность терапевтического эффекта у пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с атопическим дерматитом. Доказано, что эффективность лечения максимальна при минимальных значениях, указанных выше независимых переменных.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** полипозный риносинусит, атопический дерматит, комбинированная физиотерапия, предикторы эффективности, регрессионный анализ.

**ВВЕДЕНИЕ**

Разработка индивидуализированных методов лечения всегда была одной из основных задач медицины, однако до недавнего времени персонализация терапевтического алгоритма основывалась на практическом опыте врача, который, как правило, был напрямую связан с его стажем. Применение современных статистических технологий, казалось бы, существенно упростили эту проблему, поскольку математический анализ предикторов эффективности лечения позволял выявить те особенности в исходном состоянии пациента, которые в полной мере раскрывали терапевтический потенциал лекарственного или иного метода воздействия.

Вместе с тем, огульное применение той или иной статистической процедуры без учета особенностей ее применения могло стать причиной ложноположительных решений или ложноотрицательных ошибок [1, 2]. В частности, при проведении матричного корреляционного анализа целесообразно применять

\* Адрес для переписки Пелищенко Татьяна Георгиевна, E-mail: doctor217@mail.ru

**Цитирование.** Пелищенко Т.Г., Круглова Л.С., Бояринцев В.В. Персонализированный подход к применению методов медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с атопическим дерматитом. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 51-57

**Citation:** Pelishenko T.G., Kruglova L.S., Boyarintsev V.V. Personalized approach to the application of medical rehabilitation methods in patients with polyposis rhinosinusitis associated with atopic dermatitis. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 51-57

непараметрический вариант коэффициента корреляции (например, ранговую корреляцию Спирмена с коэффициентом « $r$ »), а при построении уравнения множественной регрессии основной акцент необходимо делать на анализе стандартизованных значений коэффициентов (« $\beta$ »). Таким образом можно в определенной степени снизить остроту проблемы неподчинения закону нормального распределения большинства показателей, характеризующих состояние человека. Следует также учитывать, что мультиколлинеарность в значительной степени искажает результаты регрессионного анализа, поэтому при выборе независимых переменных необходимо учитывать это обстоятельство [3]. Кроме этого, в методологии поиска предикторов эффективности существуют и более простые модели, такие, как разделение пациентов на две или более группы по степени выраженности положительного результата лечения с логическим анализом особенностей исходного состояния больных в этих подгруппах. Наконец, дополнительным отягощающим фактором в проблеме персонализации лечебного процесса является коморбидность заболеваний, патогенетические особенности которых требуют дополнительных усилий в выборе эффективного метода лечения с учетом индивидуального «портрета» пациента и специфических, характерных только для него особенностей течения заболевания.

Все эти вопросы в той или иной мере характерны для полипозного риносинусита (ПРС), который нередко ассоциируется с такими заболеваниями, как бронхиальная астма (БА) и атопический дерматит (АтД). Ранее нами были представлены результаты лечения таких пациентов с применением различных физиотерапевтических технологий [4-6] и достаточно подробно проанализированы предикторы эффективности лечения пациентов с изолированным ПРС и его сочетанием с БА [7]. При этом, естественно, на роль предикторов претендовали различные параметры, описывающие исходное состояние пациентов. Однако для больных ПРС, ассоциированным с АтД, до настоящего времени таких исследований проведено не было.

В связи с этим, целью данного исследования явился поиск предикторов эффективности лечения пациентов с ПРС, ассоциированным с АтД, путем применения комбинированной физиотерапии, патогенетически обусловленной особенностями как хронического полипозного риносинусита, так и атопического дерматита.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследование выполнено на базе отделения оториноларингологии челюстно-лицевой хирургии ФГБУ «Клиническая больница № 1» УДП России с участием 62 пациентов с ПРС, ассоциированным с АтД. Средний возраст больных составил  $44,5 \pm 0,73$  года. Для оценки влияния АтД на течение ПРС дополнительно было проанализировано состояние 60 пациентов с изолированным ПРС в возрасте  $43,7 \pm 0,61$  года. Для сравнения с интервалом референсных значений оцениваемых параметров в исследовании приняли участие 20 соматически здоровых людей примерно того же возраста. Все пациенты давали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями включения в исследования являлись: эндоскопически подтвержденный диагноз ПРС средней и тяжелой степени с неконтролируемым течением [8, 9], установленный диагноз АтД среднетяжелой формы с распространенным поражением кожи [10], возраст - старше 18 лет, информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями исключения из исследования выступали: возраст моложе 18 лет, беременность или период лактации; опухолевые заболевания (включая анамнестические данные), которые могут повлиять на безопасность пациента или препятствовать проведению исследования; непереносимость воздействия физиотерапевтических факторов (переменного магнитного поля, лазеро- и фототерапии); несогласие пациента на участие в исследовании.

Методом простой фиксированной рандомизации всех пациентов разделили на 2 группы. Первая группа (сравнения) получала базовую терапию: эндоназальное лечение назонексом по 2 дозы 2 раза в день, ежедневное двукратное промывание слизистой оболочки полости носа, применение десенсибилизирующих (антигистаминных препаратов, местно глюкокортикоиды и увлажняющие и смягчающие средства) и детоксицирующих средств, а также подкожное введение препарата дупилумаб в дозе 300 мкг 1 раз в две недели. Вторая (основная) группа пациентов, учитывая коморбидность течения заболевания, дополнительно получали патогенетически обоснованную физиотерапию: переменное магнитное поле (ПМП), низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) красного спектра (633 нм) и курс фототерапии (ФТ).

Процедуру ПМП осуществляли с помощью аппарата «МАГНИТ Мед ТеКо» (рег. Уд. № ФСР 2011/11884 от 05.05.2021) в импульсном режиме, с индукцией 20 мТл и продолжительностью 24 мин. Для

процедур с лазеротерапией использовали аппарат АЗОР-2К-02 (рег. Уд. № ФСР 2009/0839 от 13.10.2009) со световодной насадкой, позволяющей направлять лазерное излучение в полость носа. Эндоназальную лазеротерапию проводили в импульсном режиме мощностью 10 мВт и длительностью 10 мин. Курс НИЛИ включал 12 процедур, проводимых через 2 часа после магнитотерапии. ФТ применяли в виде узкополосного средневолнового (311 нм) и широкополосного длинноволнового (320–400 нм) излучений с начальной дозой излучения 0,05–0,20 Дж/см<sup>2</sup> с последующим наращиванием дозы обоих спектров на 0,05–0,10 Дж/см<sup>2</sup> на каждую последующую процедуру. Курс включал 12 процедур фототерапии.

Клиническую эффективность в группах оценивали по динамике выраженности полипов носа, используя данные компьютерной томографии (шкала Lund-Mackay) и результаты эндоскопической оценки полипов полости носа (шкала Meltzer), а также с помощью опросника оценки качества жизни пациентов с ПРС (SNOT-22) [11, 12]. Для оценки клинических проявлений АтД использовали индексы SCORAD и ДИКЖ [13, 14]. Дополнительно в крови пациентов методом ИФА определяли концентрацию цитокинов (IL-4, IL-5, IL-13) и уровень IgE.

Статистическую обработку первичных данных проводили с помощью параметрических и непараметрических методов оценки достоверности статистических различий с помощью пакета прикладных программ «Statistica 12.6».

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе наших исследований был проанализирован исходный статус пациентов с ПРС в сочетании с АтД в сравнении с референсными значениями и соответствующими параметрами у пациентов с изолированным ПРС. Установлено, что наличие ПРС и тем более его сочетание с АтД в значительной степени ухудшает состояние пациентов, при этом дерматологическая коморбидность по всем параметрам усиливает патологические проявления ПРС (таблица 1). Этот, вполне ожидаемый, феномен априори требует комплексного терапевтического воздействия, что и побудило нас дополнить ранее разработанный нами эффективный физиотерапевтический комплекс для лечения пациентов с изолированным ПРС фототерапией [4].

На втором этапе исследований была проведена оценка выраженности динамических изменений контролируемых параметров у пациентов группы сравнения и основной группы, в которой физиотерапевтический комплекс (ПМП и НИЛИ) дополнялся ФТ. Было установлено несколько интересных фактов (таблица 2). Во-первых, динамика практически всех показателей у пациентов основной группы была выражена сильнее в диапазоне от 7 до 30% (за исключением IL-13). Во-вторых, если динамика оцениваемых доменов МКФ у пациентов группы сравнения позволяет говорить об улучшении состояния больного с позиций биопсихосоциальной модели заболевания [15], то у пациентов основной группы эта динамика свидетельствовала о значительном улучшении.

Таблица 1 – Исходное (до лечения) состояние пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с атопическим дерматитом

Наименование показателя, ед. изм.	Диапазон референсных значений	Пациенты с изолированным ПРС	Пациенты с ПРС, ассоциированным с АтД
Оценка полипов полости носа по шкале Meltzer, баллы	0	5,76 ± 0,07*	6,08 ± 0,10**
Выраженность полипоза по шкале Lund-Mackay, баллы	0	17,3 ± 0,19*	18,4 ± 0,29**
Качество жизни по опроснику SNOT-22, баллы	8,04 ± 0,19	49,1 ± 0,40*	52,7 ± 0,84**
Индекс SCORAD, баллы	0	5,95 ± 0,11*	45,8 ± 0,77**
Качество жизни ДИКЖ, баллы	3,17 ± 0,06	18,4 ± 0,29*	24,8 ± 0,19**
IL-4, пг/мл	4,29 ± 0,27	8,01 ± 0,11*	9,19 ± 0,18**
IL-5, пг/мл	1,19 ± 0,10	7,52 ± 0,17*	9,43 ± 0,21**

IL-13, пг/мл	11,2 ± 0,33	67,0 ± 1,01*	75,8 ± 1,29*#
IgE, пг/мл	40,8 ± 1,26	88,0 ± 0,41*	124,3 ± 1,65*#

Примечание: надстрочными индексами отмечено достоверное отличие (\* – от показателей здоровых добровольцев; # – от пациентов с изолированным ПРС).

Таблица 2 – Динамика состояния пациентов и биохимических маркеров иммунокомпетентной системы у пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с атопическим дерматитом после лечения

Показатели	Группа 1 (сравнения)		Группа 2 (основная)	
	Динамика, %	KV, %	Динамика, %	KV, %
МКФ	-19,3 ± 1,91	55,1	-27,1 ± 2,38***	48,9
Выраженность полипоза по шкале Lund-Mackay	-9,16 ± 0,95	57,8	-26,2 ± 2,82***	60,0
Оценка полипов по шкале Meltzer	-16,3 ± 1,77	60,4	-28,9 ± 3,01**	58,0
Качество жизни по опроснику SNOT-22	-40,8 ± 3,19	43,5	-53,5 ± 4,87	50,7
Индекс SCORAD	-41,7 ± 3,39	45,3	-49,0 ± 4,61	52,4
Качество жизни ДИКЖ	-50,4 ± 4,64	51,2	-58,0 ± 5,19	59,0
IL-4, пг/мл	-39,0 ± 2,82	40,3	-47,2 ± 4,39	51,8
IL-5, пг/мл	-31,0 ± 2,36	42,4	-41,3 ± 3,90	52,6
IL-13, пг/мл	-57,9 ± 4,92	47,3	-60,7 ± 5,23	48,0
IgE, пг/мл	-41,0 ± 3,20	43,4	-71,3 ± 5,69**	44,5

Примечание: KV – коэффициент вариации; звездочками отмечена достоверность различия в динамике показателей у пациентов различных групп (\* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ ).

В-третьих, и это имеет принципиально важное значения в проблеме поиска предикторов эффективности лечения, у пациентов с ПРС на фоне АД, существенно возростала вариабельность динамических изменений, что верифицируется высокими значениями коэффициента вариации, который в нормальных условиях не превышает 25-30% [1, 2]. Этот феномен априори свидетельствует о том, что эффективность лечения у пациентов этой группы определялась и другими факторами, а не только комбинированной физиотерапией.

В связи с этой предпосылкой, на следующем этапе наших исследований был проведен корреляционный анализ по методике Спирмена между выраженностью эффективности лечения у пациентов основной группы, которая контролировалась по динамике шкалы МКФ, и показателями, характеризующими исходное состояние пациентов перед началом лечения. Выявлено, что в наибольшей степени эффективность лечения зависела от четырех параметров: качества жизни по опроснику SNOT-22, индекса SCORAD, IL-5 и IgE (таблица 3). Примечательно, что между этими показателями коэффициенты парной корреляции были не столь существенными (от +0,297 до +0,375;  $p > 0,05$ ), что исключает явление мультиколлинеарности при построении уравнения множественной регрессии.

Таблица 3 – Взаимосвязь эффективности лечения (по динамике МКФ) с показателями, характеризующими исходное состояние пациентов

Показатели	Коэффициент ранговой корреляции	Вероятность ошибки
Выраженность полипоза по шкале Lund-Mackay	-0,380	0,034976
Оценка полипов по шкале Meltzer	-0,405	0,023815
Качество жизни по опроснику SNOT-22	<b>-0,695</b>	<b>0,000014</b>
Индекс SCORAD	<b>-0,547</b>	<b>0,001451</b>
Качество жизни ДИКЖ	-0,303	0,097536

IL-4, пг/мл	-0,241	0,191539
IL-5, пг/мл	<b>-0,712</b>	<b>0,000007</b>
IL-13, пг/мл	-0,326	0,073493
IgE, пг/мл	<b>-0,809</b>	<b>0,000000</b>

Построение уравнения множественной регрессии по этим четырем кандидатам в предикторы показало правильность их выбора, поскольку все бета-коэффициенты были достоверны при  $p < 0,05$ :

$$\text{МКФ} = 60,33 - 0,18 \cdot (\text{SNOT-22}) - 0,38 \cdot (\text{SCRAD}) - 0,27 \cdot (\text{IL-5}) - 0,30 \cdot (\text{IgE}).$$

Более полная информация о параметрах уравнения множественной регрессии представлена в таблице 4. Об адекватности данной модели свидетельствуют высокие значения коэффициента множественной корреляции ( $R = 0,93894445$ ;  $F = 48,40638$ ;  $p = 0,00000$ ) и коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,88162668$ ), что свидетельствует о том, что на 88% эффективность лечения пациентов, оцениваемая по динамике индекса МКФ, определяется исходными значениями этих четырех параметров. При этом вероятность правильного прогноза достигает 82,3%.

Таблица 4 – Основные показатели уравнения множественной регрессии

N=31	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t (26)	p-level
Intercept			60,33032	2,822695	21,37330	0,000000
SNOT-22	-0,182976	0,075665	-0,11961	0,049463	-2,41823	0,022902
SCRAD	-0,379244	0,104767	-0,31874	0,088052	-3,61986	0,001249
IL-5	-0,271073	0,093093	-0,51683	0,177490	-2,91186	0,007282
IgE	-0,303792	0,106369	-0,09398	0,032907	-2,85601	0,008324

Определенный интерес представляет также анализ коэффициентов частной корреляции, которые оценивают истинную взаимосвязь между эффективностью лечения по шкале МКФ и выделенными нами предикторами этой эффективности: для SNOT-22 ( $r = -0,430$ ;  $p = 0,02318$ ), SCRAD ( $r = -0,579$ ;  $p = 0,00124$ ), IL-5 ( $r = 0,496$ ;  $p = 0,007862$ ) и IgE ( $r = -0,489$ ;  $p = 0,008324$ ). Исходя из полученных результатов, можно заключить, что эффективность лечения в большей степени зависела от исходной (до лечения) величины индекса SCRAD.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования позволяют приблизиться к решению проблемы персонализированного подхода при назначении комбинированной физиотерапии пациентам с полипозным риносинуситом, ассоциированным с atopическим дерматитом. Проведение множественного регрессионного анализа позволило с высокой степенью достоверности определить основные предикторы сочетанного применения переменного магнитного поля, лазеро- и фототерапии: оценка качества жизни пациентов с ПРС (SNOT-22), индекс SCRAD, описывающий состояние пациентов с atopическим дерматитом, концентрация в крови IL-5 и IgE. Следует отметить, что активация провоспалительных цитокинов и выраженный аллергический компонент характерны как для ПРС, так и АД, и это объясняет тот факт, что при коморбидном варианте течения этих заболеваний клинические проявления полипозного риносинусита усиливаются при одновременном значительном повышении уровня биохимических маркеров системного воспаления и аллергических реакций. Особо следует подчеркнуть то обстоятельство, что при лечении пациентов с полипозным риносинуситом в сочетании с atopическим дерматитом значительно увеличивается вариабельность показателей, характеризующих состояние пациентов, что априори требует персонализированного подхода к выбору оптимальной терапевтической тактики. Полагаем, что этот феномен характерен и для других коморбидных состояний, поэтому одной из предпосылок для поиска предикторов эффективности лечения может стать высокие значения коэффициента вариации (более 50%).

**ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:**

1. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М: МедиаСфера; 2002. -305 с.  
Rebrova O. Ju. Statistical analysis of medical data. Using the STATISTICA application package. Moscow: MediaSfera; 2002. – 305 с. (In Russ)
2. Баврина, А.П. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях. Медицинский альманах, 2020. –№ 2. –С. 95–104.  
Bavrina, A. P. Modern rules of using methods of descriptive statistics in biomedical research. Medical Almanac, 2020. –№ 2. – С. 95-104. (In Russ)
3. Орлова, И.В. Выбор экзогенных факторов в модель регрессии при мультиколлинеарности данных / И.В.Орлова, Е.С. Филонова // International journal of applied and fundamental research, 2015. –№ 5. –С. 108-116.  
Orlova, I.V. Selection of exogenous factors in the regression model at multicollinearity of data / I.V. Orlova, E.S. Filonova // International journal of applied and fundamental research, 2015. –№ 5. –С. 108-116. (In Russ)
4. Пелишенко, Т.Г. Сравнительная оценка клинической эффективности использования различных методов медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом / Т.Г. Пелишенко, Л.С.Круглова, С.Н. Нагорнев // Физиотерапевт, 2023. № 4 –С. 15–24.  
Pelishenko, T.G. Comparative assessment of clinical effectiveness of using different methods of medical rehabilitation of patients with polyposis rhinosinusitis / T.G. Pelishenko, L.S. Kruglova, S.N. Nagornyev // Physiotherapist, 2023. № 4 -С. 15-24. (In Russ)
5. Пелишенко, Т.Г. Особенности проведения комплексной медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с атопическим дерматитом / Т.Г. Пелишенко, Л.С.Круглова, С.Н. Нагорнев // RJERM, № 3, 2023. – С.14-25.  
Pelishenko, T.G. Features of complex medical rehabilitation of patients with polyposis rhinosinusitis associated with atopic dermatitis / T.G. Pelishenko, L.S. Kruglova, S.N. Nagornyev // RJERM, № 3, 2023. - С.14-25. (In Russ)
6. Пелишенко, Т.Г. Комплексное применение лечебных физических факторов при поведении медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой / Т.Г. Пелишенко, Л.С.Круглова, С.Н. Нагорнев // RJERM, № 4, 2023. –С. 32-39.  
Pelishenko, T.G. Complex application of therapeutic physical factors in the behavior of medical rehabilitation of patients with polyposis rhinosinusitis associated with bronchial asthma / T.G. Pelishenko, L.S. Kruglova, S.N. Nagornyev // RJERM, № 4, 2023. -С. 32-39. (In Russ)
7. Пелишенко, Т.Г. Построение информационной модели и предикторы эффективности проведения комплексной медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом / Т.Г. Пелишенко, Л.С.Круглова, С.Н. Нагорнев // Физиотерапевт, № 3, 2024. – С. 4–12.  
Pelishenko, T.G. Information model construction and predictors of effectiveness of complex medical rehabilitation of patients with polyposis rhinosinusitis / T.G. Pelishenko, L.S. Kruglova, S.N. Nagornyev // Physiotherapist, № 3, 2024. - С. 4-12. (In Russ)
8. Fokkens, W.J. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2020 / W.J. Fokkens, V.J. Lund, C. Hopkins [et al]. // Rhinology. – 2020. – Vol. 58(Suppl S29). – P. 1–464.  
Fokkens, W.J. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2020 / W.J. Fokkens, V.J. Lund, C. Hopkins [et al]. // Rhinology. – 2020. – Vol. 58(Suppl S29). – P. 1–464.
9. Bachert, C. EUFOREA expert board meeting on uncontrolled severe chronic rhinosinusitis with nasal polyps (CRSwNP) and biologics: Definitions and management / C. Bachert, J.K. Han, M. Wagenmann [et al]. // J Allergy Clin Immunol. –2021. –Vol. 147(1). –P. 29–36.  
Bachert, C. EUFOREA expert board meeting on uncontrolled severe chronic rhinosinusitis with nasal polyps (CRSwNP) and biologics: Definitions and management / C. Bachert, J.K. Han, M. Wagenmann [et al]. // J. Allergy Clin. Immunol. –2021. –Vol. 147(1). –P. 29–36.
10. Hanifin, M. Diagnostic features of atopic dermatitis / M. Hanifin, N. Rajka // Acta Dermatology and Venerology. –1980. –Vol. 114. –P. 146–148.  
Hanifin, M. Diagnostic features of atopic dermatitis / M. Hanifin, N. Rajka // Acta Dermatology and Venerology. –1980. –Vol. 114. –P. 146–148.
11. Gorbunov, S.A. Review of international questionnaires and questionnaires for assessing the quality of life in acute and chronic rhinosinusitis / S.A. Gorbunov, Yu.Yu. Rusetsky, S.E. Kudryashov [and others]. // Russian rhinology. –2021. –V. 29, No. 2. –P. 97–106.  
Gorbunov, S.A. Review of international questionnaires and questionnaires for assessing the quality of life in acute and chronic rhinosinusitis / S.A. Gorbunov, Yu.Yu. Rusetsky, S.E. Kudryashov [and others]. // Russian rhinology. –2021. –V. 29, No. 2. –P. 97–106.
12. Khan, A.H. Development of Sinonasal Outcome Test (SNOT-22) Domains in Chronic Rhinosinusitis With Nasal Polyps /A.H. Khan, M. Reaney, I. Guillemin [et al]. // Laryngoscope. – 2022. –Vol. 132(5). –P. 933–941.  
Khan, A.H. Development of Sinonasal Outcome Test (SNOT-22) Domains in Chronic Rhinosinusitis With Nasal Polyps /A.H. Khan, M. Reaney, I. Guillemin [et al]. // Laryngoscope. – 2022. –Vol. 132(5). –P. 933–941.
13. Донцова, Е.В. Влияние сочетанной фототерапии и регуляторного полипептида селанк на цитокиновый профиль крови больных атопическим дерматитом / Е.В. Донцова, Л.А. Новикова, Л.Н. Борзунова и [др]. //Медицинский алфавит. –2020. –№ 24. –С. 24–28.  
Dontsova, E.V. The influence of combined phototherapy and the regulatory polypeptide Selank on the cytokine profile of the blood of patients with atopic dermatitis / E.V. Dontsova, L.A. Novikova, L.N. Borzunova and [others]. // Medical alphabet. –2020. –No. 24. –P. 24–28. (In Russ)

14. Hongbo, Y. Translating the science of quality of life into practice: What do dermatology life quality index scores mean? / Y. Hongbo, C.L. Thomas, M.A. Harrison [et al]. // J. Invest. Dermatol. – 2005. –Vol. 125, № 4. –P. 659–664.  
Hongbo, Y. Translating the science of quality of life into practice: What do dermatology life quality index scores mean? / Y. Hongbo, C.L. Thomas, M.A. Harrison [et al]. // J. Invest. Dermatol. – 2005. –Vol. 125, № 4. –P. 659–664.
15. Пелишенко, Т.Г. Оценка эффективности комплексной медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом на основе международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья / Т.Г. Пелишенко, Л.С.Круглова, С.Н. Нагорнев // Физиотерапевт. –2024. –№ 2. – С. 62-73.  
Pelishenko, T.G. Evaluation of the effectiveness of complex medical rehabilitation of patients with polyposis rhinosinusitis based on the international classification of functioning, disability and health / T.G. Pelishenko, L.S. Kruglova, S.N. Nagornyev // Physiotherapist. –2024. –№ 2. –С. 62-73. (In Russ)

**PERSONALIZED APPROACH TO THE APPLICATION OF MEDICAL REHABILITATION METHODS IN PATIENTS WITH POLYPOSIS RHINOSINUSITIS ASSOCIATED WITH ATOPIC DERMATITIS**

**Pelishenko T.G.<sup>1</sup>, Kruglova L.S.<sup>2</sup>, Boyarintsev V.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution “Clinical Hospital No. 1” Administration of Affairs of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution of Additional Professional Education “Central State Medical Academy” of the Russian Federation Presidential Administration, Moscow, Russia.

**ABSTRACT.** Statistical analysis of predictors of treatment efficacy in patients with polyposis rhinosinusitis on the background of atopic dermatitis who received dupilumab, low-intensity infrared laser into the nasal cavity, alternating magnetic field and phototherapy was performed. Correlation analysis allowed us to identify four independent variables that are more correlated with the effectiveness of treatment, assessed by the dynamics of the ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health) scale. These are SNOT-22 quality of life assessment scale, SCORAD index, blood concentration of interleukin IL-5 and immunoglobulin IgE. Regression analysis confirmed the significance of these indicators as predictors of the effectiveness of combined physiotherapy in comorbid pathology. It was revealed that the accuracy of prediction is quite high and exceeds 80%. It was found that the initial values of the SCORAD index have been found to determine to the greatest extent the severity of the therapeutic effect in patients with polyposis rhinosinusitis associated with atopic dermatitis. It has been proved that the effectiveness of treatment is maximized at the minimum values of the above-mentioned independent variables.

**Keywords:** polyposis rhinosinusitis, atopic dermatitis, combined physical therapy, predictors of effectiveness, regression analysis.

---

**Сведения об авторах**

*Пелишенко Татьяна Георгиевна — канд. мед. наук, заведующий оториноларингологическим отделением и челюстно-лицевой хирургии ФГБУ «Клиническая больница №1» Управления делами Президента РФ, г. Москва, Россия, E-mail: doctor217@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6597-2167>*

*Круглова Лариса Сергеевна — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой дерматовенерологии и косметологии ФГБУ ДПО «ЦГМА»; E-mail: [kruglovals@mail.ru](mailto:kruglovals@mail.ru). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5044-5265>*

*Бояринцев Валерий Владимирович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой скорой медицинской помощи, неотложной и экстремальной медицины ФГБУ ДПО «ЦГМА»; E-mail: [kruglovals@mail.ru](mailto:kruglovals@mail.ru). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9707-3262>*

---

**ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 614.876

**КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ  
РАЗМЕЩЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**

**Истратов П.А.<sup>1</sup>, Лезинова А.И.<sup>2</sup>, Краскевич Д.А.<sup>2\*</sup>, Митрохин О.В.<sup>2</sup>, Иванова И.И.<sup>2</sup>, Фролков В.К.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по г. Москве, Москва, Россия

<sup>2</sup> Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

**РЕЗЮМЕ.** Актуальность исследования определена наличием в Российской Федерации значительного числа площадок для переработки и размещения на хранение радиоактивных отходов. При комплексной гигиенической оценке территорий, на которой размещены эти предприятия и радиоактивные отходы, следует учитывать не только санитарно-гигиенические показатели загрязнения объектов окружающей, но и радиационные факторы загрязнения. Приоритетом в оценке является, прежде всего источник поступления радиоактивных загрязнений - предприятия по переработке, утилизации и хранения отходов радиоактивной природы. На следующем этапе оценки следует проводить изучение состояния здоровья населения, которое попадает в зону влияния такого предприятия. Также следует оценивать удельный вклад в загрязнение объектов окружающей среды от других источников загрязнения (автотранспорт, промышленные предприятия). Ведение социально-гигиенического мониторинга на таких территориях должно быть двухкомпонентным. На первом этапе следует проводить санитарно-гигиеническую оценку предприятия с загрязнителями радиоактивной природы. Одновременно с этим оценивается вклад иных источников загрязнения в состояние объектов окружающей среды. И только затем проводить оценку влияния всех источников загрязнения радиационной и нерадиационной природы на состояние здоровья населения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** захоронение и утилизация радиоактивных отходов, комплексная гигиеническая оценка, загрязнение объектов окружающей среды, социально-гигиенический мониторинг.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**ВВЕДЕНИЕ**

В соответствии с Основами государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации, утвержденными Президентом Российской Федерации в 2018 г., основными проблемами в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности являются накопление отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов<sup>†</sup>. «В большинстве регионов России осуществление различных видов хозяйственной деятельности связано с формированием острых гигиенических проблем в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, обусловленных загрязнением объектов окружающей среды, появлением новых вызовов и угроз и рисков причинения вреда

\* Адрес для переписки Краскевич Денис Александрович, E-mail: [kraskevich\\_d\\_a@staff.sechenov.ru](mailto:kraskevich_d_a@staff.sechenov.ru)

**Цитирование.** Истратов П.А., Лезинова А.И., Краскевич Д.А., Митрохин О.В., Иванова И.И., Фролков В.К. Комплексная гигиеническая оценка окружающей среды на территориях размещения радиоактивных отходов. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 58-66

**Citation:** Istratov P.A., Lezinova A.I., Kraskevich D.A., Mitrokhin O.V. Comprehensive hygienic assessment of the environment at radioactive waste disposal sites. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 58-66

<sup>†</sup> Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу: Указ Президента РФ от 13 октября 2018 г. № 585 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43631> (дата обращения: 10.08.2024).

здоровью» [1, 2]. «Оценка потенциального техногенного воздействия радиационноопасных объектов на объекты окружающей среды и здоровье населения является одним из важных социально значимых факторов и служит предметом научных исследований отечественных и зарубежных ученых» [3,4,5].

В области оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде (НВОС) активно развиваются методологические подходы. «В работе Н.В. Зайцева и др. (2022) предложили унифицированный комплекс показателей для оценки НВОС, разбитый по группам: общая характеристика, пространственные и климатические характеристики, а также показатели качества объектов среды обитания и влияния радиационного объекта. Разработаны и предложен алгоритм и методы расчета риска негативного воздействия» [6].

*В работе Кузьмина С.В. и др. 2021, «при оценке риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха были установлены: приоритетные соединения, содержащиеся в выбросах от промышленных объектов обладающих канцерогенной опасностью, основные источники и их долевой вклад, а также вклад выбросов автотранспорта в формирование загрязнения атмосферного воздуха на территории городов; определено население, подверженное воздействию неприемлемых уровней риска; выделены вещества, которые следует учесть при квотировании выбросов» [7].*

Как показали исследования Механтьева Л.Е., и др., 2024, «около 70% в суммарную антропогенную нагрузку внес компонент атмосферного воздуха на территории г. Павловска; компонент питьевой воды – в Семилукском районе (36,5 %), компонент загрязнения почвы селитебной территории – в Россошанском районе (10,5 %). На территории города Воронежа уровень комплексной антропогенной нагрузки превышает среднее значение по области и по районам» [8].

Зорина И.Г. и др. изучили влияние загрязнения воздуха на структуру заболеваемости населения городов-участников федерального проекта «Чистый воздух», выявив корреляцию между уровнем загрязнения и заболеваниями органов дыхания, пищеварения и зрения. «В ходе проведенного исследования определены органы мишени и классы опасности загрязняющих веществ, имеющих наибольший удельный вес проб с превышением предельно допустимых концентраций» [9].

Федотова Л.А., и др., 2023 «провели анализ перечня загрязняющих атмосферный воздух веществ, в отношении которых предусмотрены меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, обосновывает актуальность обеспечения обязательных требований по наличию полной оценки уровня их токсичности и соответствующих аттестованных методик (методов) измерения» [10].

В исследовании С.М. Киселева и др., «в 2021 проведена комплексная оценка риска здоровью населения полуострова Гремиха по радиационным и химическим факторам в районе размещения объекта ядерного наследия (отделение Гремиха)» [11].

Целью исследования Зозуль, Ю. Н., и др. 2021, явилось проведение комплексной гигиенической оценки территорий перед вводом в эксплуатацию Регионального центра кондиционирования и долговременного хранения радиоактивных отходов (РЦКДХ) в Приморском крае. Оценка радиационных параметров выполняли с использованием методов радиометрии и спектрометрии [12].

Как показали исследования Зозуль Ю.Н., и др., 2024 «при оценке радиационно-гигиенической обстановки необходимо провести определение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, отобрать пробы объектов окружающей среды (почвогрунт, подземные воды наблюдательных скважин) с анализом содержания загрязнителей радиационной и нерадиационной природы» [13].

Как сообщает Библин А.М., и др., 2024 особый интерес вызывает оценка современного радиационно-гигиенического состояния территорий проведения мирных ядерных взрывов в Республике Коми. Проведена оценка радиационной обстановки по основным показателям: значения мощности амбиентного эквивалента дозы, содержание природных и техногенных радионуклидов в почве, трития в воде открытых водоемов и источниках питьевого водоснабжения в ближайших к местам проведения мирных ядерных взрывов населенных пунктах [14].

В работе Салтыковой М.М. и др., 2022 рассматривается влияние малой дозы радиации на заболевания системы кровообращения. «Авторы отмечают, что ионизирующее излучение в малых дозах способствует дисфункции эндотелия и раннему развитию атеросклероза. Результаты подчеркивают необходимость в профилактических мерах для раннего выявления сосудистых поражений у людей, длительно подвергающихся облучению, и разработке стратегий профилактики и восстановления». [15].

Целью настоящего исследования явилась гигиеническая оценка выбросов, сбросов и отходов нерадиационной и радиационной природы от «НПК Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»», разработка методических подходов к комплексной гигиенической оценке территорий размещения РАО, а также алгоритма комплексной гигиенической оценки. Как показали исследования отечественных и зарубежных исследователей комплексная санитарно-гигиеническая оценка территорий размещения радиоактивных отходов является актуальной задачей.

**Материал и методы.** Проведен анализ объемов выбросов Сергиево-Посадский филиала ФГУП "РАДОН" в атмосферный воздух, сбросов сточных вод в открытые водоемы, от неспецифических и специфических (радиационных) источников загрязнения объектов окружающей среды за 2019-2023 годы [14]. Проведен анализ поступления, переработки и размещения на хранение радиоактивных отходов за

2019-2023 годы ФГУП "РАДОН". Предложен алгоритм определения радионуклидного состава и измерения удельной или объемной активности радионуклидов в различных средах, а также алгоритм измерения радиационных полей во всех режимных зонах.

**Результаты и обсуждение.** Одним из крупнейших в Российской Федерации предприятий по переработке, утилизации и хранению радиоактивных отходов (РАО) является федеральное унитарное предприятие «Объединенный эколого-технологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию РАО и охране окружающей среды» (ФГУП «РАДОН»). Предприятие состоит из головного центра, а также 7 филиалов и представительств по всей стране.

Научно-производственный комплекс «НПК Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»», основным направлением деятельности которого является эксплуатация пункта хранения радиоактивных отходов (РАО) расположен севернее г. Сергиев-Посад.

Для комплексной гигиенической оценки объектов среды обитания человека на территории размещения РАО следует выделять неспецифические и специфические (радиоактивные) загрязнители.

К неспецифическим загрязнителям, как известно, относятся атмосферный воздух от стационарных источников загрязнения, а также от автотранспорта, сбросы отработанных сточных вод в поверхностные водные объекты, а также образование отходов производства.

Проводя анализ неспецифических выбросов в 2023 год, определено, что выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух производится от организованных и неорганизованных источников. Всего от источников загрязнения образуется 48 загрязняющих веществ I-IV классов опасности объемом 30 тн., из них, из которых 6,25 % вещества – I класса опасности; 20 % веществ - II класса опасности, остальные 74 % - это вещества - III и IV классов опасности.

Анализ структуры выбросов в атмосферный воздух за 2019-2023 годы показал, что наибольший удельный вес от всех выбросов у оксида углерода – 38 %, затем у окислов азота (в пересчете на NO<sub>2</sub>) – 23 %, углеводородов - 20 %, летучие органические соединения (ЛОС) занимают 15 %, прочие – 3 %.

В поверхностные водные объекты, реку Кунья, отведено 98,85 тыс. м<sup>3</sup> недостаточно очищенных сточных вод. За пятилетний период отмечено снижение общего сброса почти на 70 %, со 170,25 тыс. м<sup>3</sup> в 2019 году до 98,85 тыс. м<sup>3</sup> в 2023 году. Анализ структуры сбросов химических веществ показал, что наибольший удельный вес до 77 % в общем объеме сбросов составляют хлорид-анионы (хлориды). Общий сброс хлорид-анионов (хлоридов) снизился за пятилетний период более чем в 2 раза - с 21,8 тн. в 2019 году до 9,6 тн. в 2023 году. Значительный удельный вес в сбросах также составляют сульфат-анион (сульфаты) и взвешенные вещества.

В результате производственной деятельности образовалось 278,800 тонн 65 видов отходов III-V классов опасности. Не произведены отходы I и II класса опасности.

Выбросы радионуклидов в атмосферный воздух за 2023 год составили 4,205 МБк (6,9 % от КУ=61,3 МБк/год), что в 3,6 раза меньше, чем за 2022 год (15,367 МБк). Анализ динамики выбросов радионуклидов за 2019-2023 года показал, что выбросы имеют крайне неравномерный характер по годам (рис 1). Так, в 2019 году выброс составил 4,578 МБк/год, в 2021 году - 4,621 МБк/год, в 2023 году - 4,205 МБк/год. В то же время в 2020 году такой выброс составлял 1,337 МБк/год, в 2022 году выбросы значительно превысили среднееголетние значения и достигал 15,367 МБк/год.

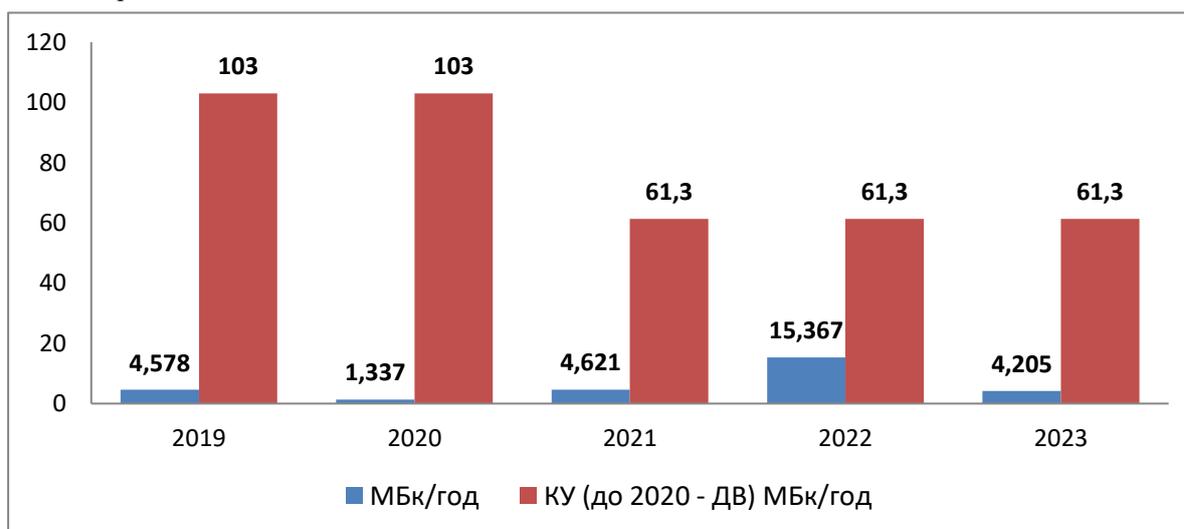


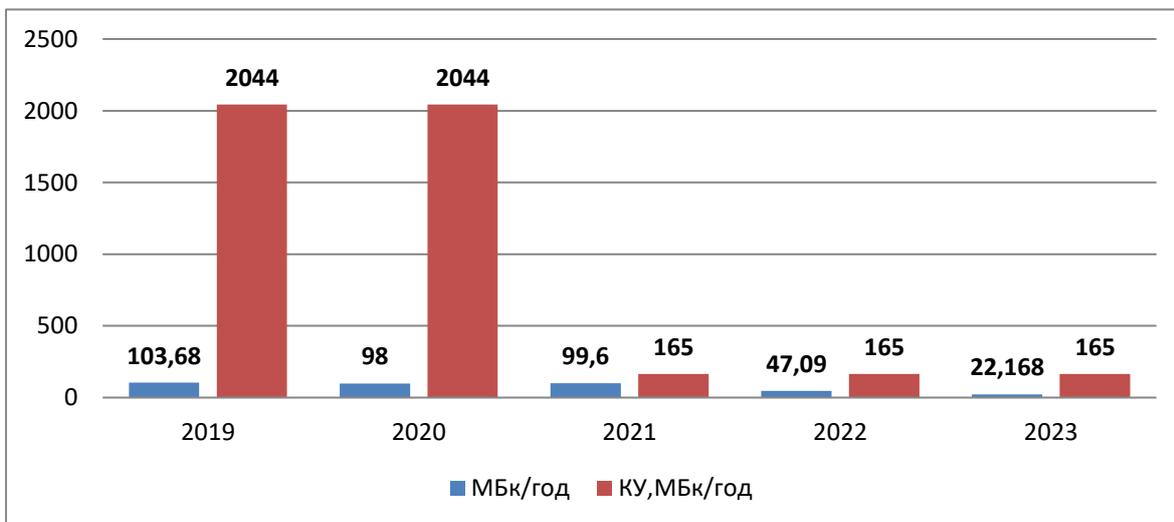
Рисунок 1. Динамика объемов валовых выбросов радионуклидов в атмосферный воздух за 2019-2023 года на территории НПК и установленные контрольные уровни.

Объемов выбросов по различным видам радионуклидов за изучаемый период существенно не изменился, фактический выброс был значительно меньше разрешенного, а структура их содержания представлена в Таблице 1.

Таблица 1. Структура выбросов радионуклидов в атмосферный воздух НПК за 2019 -2023 гг., Бк

Вид загрязнителя	Разрешенный выброс, Бк/год	Объем выбросов, Бк				
		2019	2020	2021	2022	2023
Кобальт-60	$8,14 \cdot 10^9$	$8,16 \cdot 10^2$	-	$6,04 \cdot 10^4$	$4,67 \cdot 10^3$	-
Плутоний-238	$6,75 \cdot 10^8$	-	-	$3,61 \cdot 10^4$	$2,44 \cdot 10^4$	$1,36 \cdot 10^4$
Плутоний-239	$6,19 \cdot 10^8$	-	-	$1,20 \cdot 10^5$	$1,26 \cdot 10^5$	$1,35 \cdot 10^5$
Стронций-90	$3,41 \cdot 10^9$	$6,05 \cdot 10^3$	-	$1,47 \cdot 10^5$	$8,37 \cdot 10^5$	$9,67 \cdot 10^3$
Сумма нуклидов Урана	$1,52 \cdot 10^{10}$	-	-	-	$6,67 \cdot 10^4$	$5,81 \cdot 10^4$
Цезий-137	$3,84 \cdot 10^9$	$2,77 \cdot 10^6$	$9,45 \cdot 10^6$	$4,02 \cdot 10^6$	$1,21 \cdot 10^7$	$3,28 \cdot 10^6$

На рис. 2 представлена динамика сброса радионуклидов в поверхностные водные объекты за 2019-2023 гг. (МБк/год). Проведенный анализ сброса радионуклидов в поверхностные водные объекты за 2019-



2023 гг. (МБк/год) показал, что общий объем сбросов радионуклидов значительно снизился, с 2044 МБк/год в 2019 году - до 165 МБк/год в 2023 году. В то же время контрольные уровни радионуклидов (КУ, МБк/год) также снизились со 103,6 КУ, МБк в 2019 году до 22, 1 КУ, МБк в 2023 году.

Рисунок 2. Динамика сброса радионуклидов в поверхностные водные объекты за 2019-2023 гг. и установленные контрольные уровни.

В таблице 2 представлен анализ сбросов радионуклидов со сточными водами в поверхностные водные объекты от источников выпуска НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН» за 2019 -2023 гг., Бк, который показал, что произошло снижение сбросов по Кобальту-60, Стронцию-90, Цезию-137. В то же время отмечен рост сбросов по такому радионуклиду как Плутоний-238. Обращает на себя внимание, что фактический сброс значительно меньше разрешенного сброса.

Таблица 2. Структура сбросов радионуклидов со сточными водами в поверхностные водные объекты за 2019 -2023 гг., Бк

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк				
		2019	2020	2021	2022	2023
Кобальт-60	$6,36 \cdot 10^7$	-	-	$8,59 \cdot 10^5$	$2,94 \cdot 10^6$	$6,56 \cdot 10^4$
Плутоний-238	$3,29 \cdot 10^7$	-	-	$7,35 \cdot 10^5$	$5,40 \cdot 10^5$	$9,45 \cdot 10^5$
Плутоний-239	$2,51 \cdot 10^7$	-	-	$1,48 \cdot 10^6$	$7,10 \cdot 10^5$	$1,41 \cdot 10^6$
Стронций-90	$6,74 \cdot 10^9$	$3,83 \cdot 10^7$	$3,20 \cdot 10^7$	$4,03 \cdot 10^7$	$2,49 \cdot 10^7$	$1,23 \cdot 10^7$
Тритий	$1,22 \cdot 10^{13}$	$2,34 \cdot 10^{10}$	$3,00 \cdot 10^{10}$	$8,67 \cdot 10^{10}$	$1,82 \cdot 10^{11}$	$1,20 \cdot 10^{11}$
Цезий-137	$1,99 \cdot 10^8$	$1,89 \cdot 10^7$	$7,91 \cdot 10^6$	$1,45 \cdot 10^7$	$1,12 \cdot 10^7$	$7,19 \cdot 10^6$

Анализ поступления радиоактивных отходов за пятилетний период выросло в 8,8 раз, с  $711,3 \text{ м}^3$  до  $6279,6 \text{ м}^3$ , при этом объем поступления ЖРО вырос в 13,8 раз с  $262,6 \text{ м}^3$  до  $3636,5 \text{ м}^3$ , а ТРО – в 6,3 раза с  $\text{м}^3$  до  $3636,5 \text{ м}^3$ . В то же время объем переработанных отходов почти не изменился. Значительно, почти в 15 раз, возросло число размещенных на хранение ОИИИ, со 5 912 шт. ОИИИ в 2019 году до 91 472 шт. ОИИИ в 2023 году.

В структуре поступивших в 2023 году радиоактивных отходов 42 % составляют твердые радиоактивные отходы и 58 % жидкие радиоактивные отходы, тогда как в 2019 году твердые радиоактивные отходы составляли 58,7 %, а жидкие радиоактивные отходы – 36 %.

Таким образом, методическим подходом для комплексной гигиенической оценки объектов среды обитания человека на территориях размещения радиоактивных отходов является не только гигиеническая оценка неспецифических загрязнителей, но и загрязнителей радиоактивной природы.

В целях гигиенической оценки загрязнителей радиоактивной природы необходимо использовать два этапа такой оценки. В таблице 4 представлена методика гигиенической оценки загрязнителей радиоактивной природы в объектах среды обитания человека на территории размещения, складирования и утилизации радиоактивных отходов.

На первом этапе устанавливаются количественные характеристики источников радиоактивного загрязнения, включая объемы выбросов, сбросов и отходов.

Для атмосферного воздуха такими критериями количественной оценки могут быть число источников выбросов радиоактивной природы, объемы выбросов таких веществ в МБк, контрольный уровень (КУ) для объемной активности радионуклидов в выбросах (% от КУ). Определяется усредненный выброс радионуклидов по всем источникам выбросов в сравнении с установленным контрольным уровнем для объемной активности радионуклидов в выбросах всех источников.

Для водных объектов - объем сброса сточных вод в водные объекты  $\text{м}^3$ ; активность сброса сточных вод в водные объекты МБк, удельный вес от допустимого сброса (ДС) в % от ДС; суммарная активность сброшенной в промканализацию технической воды МБк, удельная активность сточных вод перед сбросом в промканализацию.

Для отходов - поступление, переработка и размещение на хранение твердых радиоактивных отходов (ТРО), жидких радиоактивных отходов (ЖРО),  $\text{м}^3$  или штук отработавших источников ионизирующего излучения (шт. ОИИИ); от источников ионизирующего излучения (ИИИ) - (шт. ОИИИ).

На втором этапе оцениваются специфические радиоактивные загрязнители, их радионуклидный состав, а также определяется удельная или объемная активность радионуклидов в различных объектах окружающей среды. В атмосферном воздухе определяется активность радионуклидов, например,  $\alpha$ -излучающие радионуклиды, (Бк/год),  $\beta$ -излучающие радионуклиды (Бк/год), тритий (Бк/год) и другие. В водных объектах оценивается суммарная активность сточной воды в колодцах (Бк/кг; МБк). Для отходов - ТРО/ $\text{м}^3$  – общая активность Бк; ЖРО/ $\text{м}^3$  – с: альфа-активностью – Бк (удельная активность –  $\text{кБк/л}$  – САО); бета-активностью – Бк (удельная активность –  $\text{кБк/л}$  – САО).

Таблица 3. Методика гигиенической оценки загрязнителей радиоактивной природы в объектах среды обитания человека на территории размещения РАО

№ п/п	Характеристика	Атмосферный воздух	Водные объекты	Отходы
1	Объем загрязнения	Объем выбросов (МБк) Контрольный уровень (КУ) для объемной активности радионуклидов в выбросах (% от КУ)	Объем сброса сточных вод м <sup>3</sup> Активность сброса сточных вод в водные объекты МБк Удельный вес от допустимого сброса (% от ДС) Суммарная активность сброшенной в промканализацию технической воды МБк	Поступление, переработка, размещение на хранение ТРО, ЖРО, ИИИ; м <sup>3</sup> ; штук отработавших источников ионизирующего излучения (шт. ОИИИ)
2	Уровень активности	Активность радионуклидов, в том числе: α-излучающие радионуклиды, Бк/год β-излучающие радионуклиды, Бк/год Тритий, Бк/год	Суммарная активность сточной воды в колодцах; Соотношение фактического показателя Бк/кг, Бк/кгМБк к нормативному Бк/кг.	ТРО /м <sup>3</sup> – общей активностью Бк; ЖРО /м <sup>3</sup> – с: альфа-активностью и бета-активностью

При оценке выбросов, сбросов и отходов радиационной природы в 2023 году установлено, что объемы выбросов в атмосферный воздух составили 4,205 МБк, что около 6,9 % от контрольного уровня равного 61,3 МБк/год. Суммарная активность сброшенной в промканализацию технической воды определена 9,967 МБк (16,697 МБк в 2022 году), что ниже установленных НРБ 99/2009 уровней вмешательства отдельных радионуклидов по содержанию в питьевой воде. Объем сброса сточных вод в водные объекты за 2023 год составил 98,846 тыс. м<sup>3</sup>, при активности равной 22,168 МБк, что составляет 0,25 % от допустимого сброса, определенному в 9029,4 МБк/год.

Поступление в 2023 году радиоактивных отходов (РАО) на территорию филиала составляет всего 6279,6 м<sup>3</sup>, или 91 472 штук отработавших источников ионизирующего излучения (шт. ОИИИ), в том числе: твердые радиоактивные отходы (ТРО) - 65 938 м<sup>3</sup> с общей активностью 3,15e+16 Бк; жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) - 1 053 м<sup>3</sup> с: альфа-активностью – 5,84E+11 Бк (удельная активность – 5,55E+02 кБк/л – САО); бета-активностью – 3,55E+13 Бк (удельная активность – 3,37E+04 кБк/л – САО); источники ионизирующего излучения ИИИ 91 472 (шт. ОИИИ).

В 2023 году переработано 6517,8 м<sup>3</sup> радиоактивных отходов (РАО), в том числе твердых - 2647,4 м<sup>3</sup> РАО и 3870,4 м<sup>3</sup> жидких радиоактивных отходов. Размещено на хранение - 1999,1 м<sup>3</sup> радиоактивных отходов, 91 472 штук отработавших источников ионизирующего излучения.

В таблице 5 представлен алгоритм (порядок действий) гигиенической оценки факторов окружающей среды, с учетом количественных и качественных характеристик загрязнителей нерадиационной и радиационной природы в атмосферном воздухе, водных объектах и отходах, а также их уровнем загрязнения. К количественным критериям оценки загрязнителей нерадиационной природы можно отнести число источников загрязнения, объем валовых выбросов, сбросов и отходов и др. Количественные критерии радиационной природы: выбросы радионуклидов МБк, в % от критического уровня (КУ); объем сброса сточных вод, м<sup>3</sup> активность в МБк; % от допустимого сброса (ДС); Поступление РАО всего м<sup>3</sup>, или шт. ОИИИ, в т.ч. ТРО, ЖРО, ИИИ.

К качественным критериям оценки загрязнителей радиационной природы - виды радионуклидов, Бк/год, нерадиационной природы -и виды веществ, классы опасности, объем (тн.).

Таблица 4. Алгоритм комплексной гигиенической оценки территории в местах размещения радиоактивных отходов.

Критерии	Атмосферный воздух		Водные объекты		Отходы	
	Нерадиационные	Радиационные	Нерадиационные	Радиационные	Нерадиационные	Радиационные
<b>Количественные</b>	Число источников всего (ед), в т.ч. организованных	Число источников	Число выпусков всего (ед)	Сбросы в водные объекты и промканализацию	Число площадок с отходами (ед.)	Поступление, переработка, утилизация, размещение на хранение РАО
	Валовый выброс (тн)	Выбросы радионуклидов МБк, в % от критического уровня (КУ)	Объем сброса сточных вод всего, м <sup>3</sup> , в т.ч. очищен, неочищ, недостат. очищ.	Объем сброса сточных вод, м <sup>3</sup> активность в МБк; % от допустимого сброса (ДС).	Объем размещенных отходов (тн)	Поступление РАО всего м <sup>3</sup> , или шт. ОИИИ, в т.ч. ТРО, ЖРО, ИИИ
				Объем сброса в промканализ.; Уд. акт. перед сбросом в промканализ		Переработка м <sup>3</sup> ; Размещение на хранение м <sup>3</sup> (шт. ОИИИ).
<b>Качественные</b>	Виды веществ, классы опасности, объем (тн.)	Виды радионуклидов, Бк/год	Виды веществ, классы опасности, объем (м <sup>3</sup> )		Виды веществ, классы опасности, объем (тн.)	Накопление м <sup>3</sup> , в т.ч.: ТРО, м <sup>3</sup> ; ЖРО м <sup>3</sup> с
	ПДВ		ПДС		Паспорт отходов	
<b>Уровень содержания</b>	Мг/м <sup>3</sup> , соотношение с ПДК	Виды радионуклидов, в т.ч.: α-излучающие радионуклиды, Бк/год; β-излучающие радионуклиды, Бк/год; Тритий, Бк/год; др.	Мл/м <sup>3</sup> , соотношение с ПДК	Суммарная активность сточной воды в колодцах Бк/кг; МБк. Фактические показатели Бк/кг; МБк	Мг/кг, соотношение с ПДК	Общая активность, Бк, в т.ч. ТРО, ЖРО общая активность, Бк

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

На основе информации о выбросах сбросах и отходах научно-производственного комплекса «НПК Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН» проведена гигиеническая оценка неспецифических и специфических (радиационных) загрязнителей в местах размещения РАО.

При комплексной гигиенической оценке территорий размещения радиоактивных отходов следует учитывать не только санитарно-гигиенические показатели загрязнения объектов окружающей среды – атмосферного воздуха, водных объектов и почв, но и радиационные факторы загрязнения – содержание радионуклидов в атмосферном воздухе, водных объектах и в отходах. Комплексная гигиеническая оценка территорий размещения радиоактивных отходов и влияние на состояние здоровья населения должна учитывать нерадиационные и радиационные факторы загрязнения. Приоритетом в оценке является, прежде всего источник поступления радиоактивных загрязнений - предприятия по переработке, утилизации и

хранения отходов радиоактивной природы. На следующем этапе оценки следует проводить изучение состояния здоровья населения, которое попадает в зону влияния такого предприятия. Также следует оценивать удельный вклад в загрязнение объектов окружающей среды от других источников загрязнения (автотранспорт, промышленные предприятия). Ведение социально-гигиенического мониторинга на таких территориях должно быть двухкомпонентным. На первом этапе следует проводить санитарно-гигиеническую оценку предприятия с загрязнителями радиоактивной природы. Одновременно с этим оценивается вклад иных источников загрязнения в состояние объектов окружающей среды. И только затем проводить оценку влияния всех источников загрязнения радиационной и нерадиационной природы на состояние здоровья населения.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Онищенко Г.Г. Итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 4–12.
2. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации / А.Ю. Попова // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 2 (251). – С. 4–7.
3. G.M. Smith, K.L. Smith, R. Kowe, D. Pérez-Sánchez, J. Molinero. Recent developments in assessment of long-term radionuclide behavior in the geosphere-biosphere subsystem. *Journal of Environmental Radioactivity*. – 2012. – Vol. 131. – P. 89–109. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2013.10.018
4. Sneve M.K., Popic J.M., Siegien-Iwaniuk K. Regulatory Supervision of Legacy Sites: The Process from Recognition to Resolution. Report of an international workshop. – Lillehammer, 2017. – 115 p.
5. Панов А.В., Санжарова Н.И., Переволоцкий А.Н., Переволоцкая Т.В., Наумов В.С., Анализ национальной системы нормативного и правового обеспечения радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязненных техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности // Радиация и риск. – 2017. – Т. 26, № 2. – С. 107–121.
6. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Кирьянов Д.А., Андришунас А.М., Слюсарь Н.Н., Максимова Е.В., Камалтдинов М.Р. К задаче оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье граждан и продолжительность их жизни // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 1. – С. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2022.1.01
7. Кузьмин С.В., Авалиани С.Л., Додина Н.С., Шашина Т.А., Кислицин В.А., Синицына О.О. Практика применения оценки риска здоровью в федеральном проекте «Чистый воздух» в городах-участниках (Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк): проблемы и перспективы. *Гигиена и санитария*. 2021;100(9):890-896. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896>
8. Механтьева Л.Е., Енин А.В. Комплексная гигиеническая оценка техногенной нагрузки на территории Воронежской области. *Здоровье населения и среда обитания* – 3НиСО. 2024;32(1):28-35. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-1-28-35>
9. Зорина И.Г. Влияние приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на структуру заболеваемости населения городов-участников федерального проекта «Чистый воздух» / И.Г. Зорина, С.Б. Легошина, В.Д. Соколов // Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — №8 (134). — URL: <https://research-journal.org/archive/8-134-2023-august/10.23670/IRJ.2023.134.25> (дата обращения: 23.07.2024). — DOI: 10.23670/IRJ.2023.134.25
10. Федотова Л.А., Манаева Е.С., Лебедь-Шарлевич Я.И., Печникова И.А., Минигалиева И.А. Об актуализации перечня загрязняющих атмосферный воздух веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2023. 3: 33-45.
11. Киселев С.М., Шандала Н.К., Лашенова Т.Н., Зозуль Ю.Н., Шлыгин В.В., Гимадова Т.И., Малахова А.Н. Анализ риска для здоровья населения при воздействии радиационных и химических факторов в районе расположения объекта ядерного наследия. *Анализ риска здоровью*. – 2021. – № 1. – С. 38–47. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.04
12. Зозуль, Ю. Н., Киселев, С. М., Лашенова, Т. Н., Шлыгин, В. В., Ахромеев, С. В., Гимадова, Т. И. и др. Комплексная гигиеническая оценка территорий в районе размещения строящегося регионального центра по обращению с радиоактивными отходами // Медицина экстремальных ситуаций. 2021. №3. С. 61–68. DOI: 10.47183/mes.2021.022
13. Зозуль Ю.Н., Киселев С.М., Шлыгин В.В., Ахромеев С.В., Малахова А.Н., Гимадова Т.И., Бельских Ю.С., Арчакова Ю.В., Галицкая Л.Н. Радиационно-гигиеническая обстановка в районе размещения хранилищ отходов сублиматного производства АО «АЭХК». *Радиационная гигиена*. 2024;17(1):111-120. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2024-17-1-111-120>
14. Библин А.М., Варфоломеева К.В., Седнев К.А., Иванов С.А., Репин В.С., Георгиева А.Г. Современное радиационно-гигиеническое состояние территорий проведения мирных ядерных взрывов «Глобус-4» и «Горизонт-1» в Республике Коми. *Радиационная гигиена*. 2024;17(1):121-130. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2024-17-1-121-130>
15. Салтыкова М.М., Антипина У.И., Балакаева А.В. Влияние радиационного излучения в малых дозах на развитие болезней системы кровообращения. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2022. 1: 90-97.
16. Отчет по экологической безопасности за 2023 год / Федеральное государственное унитарное предприятие «Объединенный эколого-технологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию РАО и охране окружающей среды» (ФГУП «РАДОН»), предприятие Госкорпорации «РОСАТОМ» 77 с. <https://radon.ru/upload/medialibrary/b8f/o8dv6i87pydaalv8nruh2mfx4g0unnzg.pdf>

## COMPREHENSIVE HYGIENIC ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENT AT RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL SITES

Istratov P.A.<sup>1</sup>, Lezinova A.I.<sup>2</sup>, Kraskevich D.A.<sup>2</sup>, Mitrokhin O.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Moscow Office of Rospotrebnadzor, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

**ABSTRACT.** The relevance of the study is determined by the presence in the Russian Federation of a significant number of sites for processing and storing radioactive waste. In a comprehensive hygienic assessment of the territories where these enterprises and radioactive waste are located, it is necessary to take into account not only the sanitary and hygienic indicators of pollution of environmental objects, but also radiation pollution factors. The priority in the assessment is, first of all, the source of radioactive pollution - enterprises for the processing, disposal and storage of radioactive waste. At the next stage of the assessment, it is necessary to study the health of the population that falls within the influence zone of such an enterprise. It is also necessary to assess the specific contribution to the pollution of environmental objects from other sources of pollution (motor transport, industrial enterprises). Conducting social and hygienic monitoring in such territories should be two-component. At the first stage, it is necessary to carry out a sanitary and hygienic assessment of the enterprise with radioactive pollutants. At the same time, the contribution of other sources of pollution to the state of environmental objects is assessed. And only then an assessment of the impact of all sources of radiation and non-radiation pollution on the health of the population should be carried out.

**Keywords:** burial and disposal of radioactive waste, comprehensive hygienic assessment, pollution of environmental objects, social and hygienic monitoring.

---

### **Сведения об авторах**

*Истратов Петр Александрович - начальник отдела надзора за условиями труда и радиационной безопасностью Управления Роспотребнадзора по г. Москве e-mail: istrstow@mail.ru, тел.: 89150996956, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3204-1515>*

*Лезинова Алина Игоревна, – ассистент кафедры общей гигиены ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), e-mail: lezinovaalina@mail.ru, тел.: 89622094068, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-1317-7617>.*

*Краскевич Денис Александрович – ассистент кафедры общей гигиены ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), врач по общей гигиене отдела коммунальной гигиены ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» Роспотребнадзор; e-mail: [kraskevich\\_d\\_a@staff.sechenov.ru](mailto:kraskevich_d_a@staff.sechenov.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1905-874X>.*

*Митрохин Олег Владимирович – д.м.н, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); e-mail: [mitrokhin\\_o\\_v@staff.sechenov.ru](mailto:mitrokhin_o_v@staff.sechenov.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6403-0423>.*

---

**ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 796:61-057.8.75

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ УЧАЩИХСЯ  
МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА**

**Талев Аль Каравани Я.Б., Ластков Д.О., Госман Д.А.\***

Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования Донецкий Государственный Медицинский Университет им. М.Горького, ДНР, 283003 г. Донецк, пр. Ильича 16

**РЕЗЮМЕ.** Целью работы было оценить влияние физической нагрузки на функциональное и психоэмоциональное состояние учащихся медицинского вуза. В исследование были включены учащиеся Государственного Бюджетного Учреждения Дополнительного Образования «Донецкая Малая Академия Наук» и ФГБОУ ВО ДОНГМУ ИМ. М.ГОРЬКОГО, основной группы здоровья, которые были разделены на две группы по 63 человека, из исследования были исключены длительно болеющие учащиеся и имеющие противопоказания для выполнения функциональных проб. Испытуемым было предложено пройти стандартные функциональные пробы (Штанге и Генчи, индекс Руфье) и заполнить опросник САН (самочувствие, активность, настроение). Для подготовки первичных материалов использовались методы описательной статистики, оценка различий проводилась с помощью T2-критерия Хотеллинга и дискриминантного анализа, также использовался метод построения ROC-кривых. Результаты тестирования показывают, что эмоциональное состояние подростков зависит от количества (выраженности) физической нагрузки. Так, при недостатке физической активности, настроение и эмоциональное состояние ухудшается (у испытуемых с количеством физической активности 1 раз в неделю показатель САН неудовлетворительный). Таким образом, недостаток физической активности может негативно сказаться на эмоциональном состоянии подростков, поэтому необходимо уделять особое внимание физическому воспитанию.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** функциональное состояние, физическая активность, индекс массы тела, функциональные пробы, психоэмоциональное состояние.

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов. Финансирование за счет личных средств автора.

**ВВЕДЕНИЕ.**

Укрепление и сохранение здоровья студенчества – это одна из основных задач «Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года» [12]. Здоровье молодежи является важным показателем настоящего и будущего благополучия государства. Порядка 60% обучающихся в Российской Федерации имеют нарушения здоровья [14]. Ежегодно среди школьников регистрируется более 5,5 млн заболеваний желудочно-кишечного тракта [13]. В процессе обучения в высших учебных заведениях ситуация усугубляется. Только 20% студентов по окончании обучения относятся к здоровым, а у 80% имеются значительные отклонения в состоянии здоровья [14]. Ни для кого не секрет, что физические нагрузки оказывают положительное влияние на здоровье человека. Они укрепляют кости и мышцы, помогают сбросить лишний вес, способствуют нормализации пульса и давления, укрепляют иммунитет. Но с развитием научно-технического прогресса появляется всё больше приспособлений и устройств, которые делают за человека его работу и тем самым избавляют его от некоторой физической нагрузки. С одной стороны, новые технологии заметно облегчают жизнь человека и позволяют за считанные минуты сделать то, на что раньше уходило недели или месяцы. А с другой стороны, это ведет к сокращению физических нагрузок, вследствие чего мышцы слабеют и в некоторых случаях атрофируются. Такая слабость мышечных тканей негативно влияет на работу всех органов и систем организма человека, в особенности затрагивая его психическую сферу. Большое влияние физические

\* Адрес для переписки Госман Дмитрий Александрович, E-mail: dima-dmitrow@rambler.ru

**Цитирование.** Талев Аль Каравани Я.Б., Ластков Д.О., Госман Д.А. Влияние физической активности на функциональное состояние учащихся медицинского вуза. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 67-71

**Citation:** Y. Taleb Al Karavani, D.Lastcov, D. Physical activity influence on the medical university student's functional state. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 67-71

нагрузки непрерывно оказывают на функциональное состояние центральной нервной системы, что объясняется тесной связью между деятельностью центральной нервной системы и работой опорно-двигательного аппарата. Актуальность темы заключается в том, что на сегодняшний день благоприятное эмоциональное состояние учащихся значительно снизилось. В ходе данного исследования была выдвинута гипотеза о том, что эмоциональное состояние зависит от кратности физической нагрузки

**Цель исследования.** Изучить влияние физических нагрузок на функциональное (в т.ч. психоэмоциональное) состояние учащихся.

**Материалы и методы.** В ходе исследования был использован опросник САН (самочувствие, активность, настроение). САН представляет собой карту, которая содержит 30 противоположных характеристик, отражающих исследуемые особенности психоэмоционального состояния. Было опрошено 126 учащихся ОЗШ «ДОНМАН» и ФГБОУ ВО ДОНГМУ ИМ. М.ГОРЬКОГО, основной группы здоровья, в возрасте 14-19 лет (средний возраст составил  $16,0 \pm 1,5$ ). Испытуемые были разделены на две группы по 63 человека – основную и контрольную. Группы были сопоставимы по полу и возрасту. В ходе эксперимента участники основной группы выполняли физические упражнения 3-4 раза в неделю по 60 минут. Контрольная группа подвергалась физической нагрузке 1 раз в неделю длительностью 60 минут. Из исследования были исключены длительно болеющие учащиеся и имеющие противопоказания для выполнения функциональных проб. Испытуемым было предложено пройти стандартные функциональные пробы (Штанге и Генчи, индекс Руфье) и заполнить опросник САН (самочувствие, активность, настроение). Опрос студентов проводился путем анкетирования. Проба Штанге: обследуемый в положении стоя делает вдох, затем глубокий выдох и вновь вдох, составляющий 80 - 90 процентов от максимального. Отмечается время задержки дыхания в секундах. Проба Генчи: после обычного выдоха исследуемый задерживает дыхание. Время задержки определяется в секундах. Пробы с задержкой дыхания позволяют судить о кислородном обеспечении организма и необходимы при ведении самоконтроля за дыхательной системой. Индекс Руфье рекомендуется только для хорошо подготовленных занимающихся. Определяется частота пульса в положении сидя после 5-минутного покоя (П1). Выполняется нагрузка - 30 глубоких приседаний в течение 30 секунд. Непосредственно за этим идет измерение пульса в положении стоя (П2), которое повторяется через 1 минуту сидения (П3). Индекс определяется по формуле:  $I = \frac{П1+П2+П3-200}{10}$ . Если значение индекса 0, то состояние оценивается как отличное; 0-5 – хорошее; 6-10 – удовлетворительное; 10-15 – слабое; 15 – неудовлетворительное [9].

Статистический анализ полученных результатов исследования строился с учётом вида их распределения, который был определён с помощью критерия Манна – Уитни. Для подготовки первичных материалов использовались методы описательной статистики, оценка различий проводилась с помощью T2-критерия Хотеллинга и дискриминантного анализа, также использовался метод построения ROC-кривых. Для первичной подготовки таблиц и промежуточных результатов был использован пакет MS Office Excel 2007 (v. 12.0.4518.1014 MSO 12.0.4518.1014 64 – разрядная версия, номер продукта: 89392-707-0330546-65007). Основная часть математической обработки была выполнена на ПК с использованием стандартных статистических пакетов STATISTICA 13.3.(v.12.5.192.7 64 – разрядная версия, номер продукта 613-9348-9422) и IBM SPSS Statistic 26.1 (v.26.0.0.1, 64 – разрядная версия, номер продукта 4-1AAE5)

**Результаты и обсуждение.** По результатам данного тестирования планировалось выявить изменения эмоционального фона и общего самочувствия участников тестирования (контрольной и основной групп). По тесту САН значения баллов в контрольной группе распределились следующим образом: самочувствие ( $47,15 \pm 1,55$ ), активность ( $42,53 \pm 1,52$ ), настроение ( $52,1 \pm 1,6$ ); в основной группе: самочувствие ( $57,91 \pm 0,96$ ), активность ( $53,3 \pm 0,91$ ) и настроение ( $60,6 \pm 1,05$ ) Результаты тестирования показывают, что эмоциональное состояние подростков зависит от количества(выраженности) физической нагрузки. Так, при недостатке физической активности, настроение и эмоциональное состояние ухудшается (у испытуемых с количеством физической активности 1 раз в неделю показатель САН неудовлетворительный). Результаты пробы Штанге составили от 7 до 143 секунд среднее  $39,55 \pm 21,75$ , проба Генчи характеризовалась результатами от 7 до 139 секунд, среднее  $28,52 \pm 15,12$ , было отмечено что хорошие и отличные результаты пробы получали учащиеся с кратностью физической нагрузки 4 и более раз в неделю, с другой стороны неудовлетворительные результаты были характерны в случаях, когда кратность физических нагрузок составляла 1 раз в неделю, что говорит о низкой тренированности организма и резкой реакции на гипоксию. Оценка функциональной пробы с приседаниями показала, что у учащихся с низкой физической активностью (1 раз в неделю) наблюдалось более резкое повышение пульса от 60 до 105% относительно состояния покоя, также было снижено восстановление после нагрузки, что говорит о неудовлетворительном функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. Оценка индекса Руфье показала, удовлетворительные результаты от 7 до 9 баллов (среднее  $6,94 \pm 1,11$ ) у группы с низкой физической активностью и хорошую работоспособность у группы с достаточной физической активностью 3-4 балла (среднее  $3,10 \pm 0,69$ ).

В общей выборке учащихся были определены гендерные особенности показателей физического развития (Таблица 1)

Таблица 1 – Половые различия показателей физического развития учащихся.

Параметр	Девушки (n=63)			Юноши (n=63)		
	Медиана	Q25	Q75	Медиана	Q25	Q75
Возраст, лет	17,0	16,5	18,0	17,0	16,5	18,0
Рост, см	168,5*	161,0	169,0	181,0	163,0	182,0
Масса, кг	58,1*	54,0	60,0	77,1	61,0	83,0
ИМТ	21,4*	19,3	23,2	24,7	21,3	25,6

Примечание: \* - достоверность гендерных различий,  $p < 0,05$

Как видно из представленных данных, медиана антропометрических показателей у юношей превышала таковые у девушек, что вполне соответствует известным соотношениям, обусловленным гендерным физическим диморфизмом [7,8].

С целью подтверждения и уточнения связи физической активности, учащихся с функциональным состоянием организма и их физическим развитием был проведен корреляционный анализ. Как видно из данных корреляционного анализа (таблица 2), основные антропометрические показатели (масса тела, ИВР, ИМТ, индекс Руфье) линейно связаны с кратностью физических нагрузок, получаемых учащимися в течении недели. Так, кратность физической нагрузки 4 раза в неделю, у девушек, отрицательно коррелирует с массой тела ( $r = -0,67$ ;  $p < 0,02$ ), ЧСС в покое ( $r = -0,57$ ;  $p < 0,05$ ), ЧСС после задержки дыхания ( $r = -0,62$ ;  $p < 0,02$ ) и ЧСС после 1 минуты отдыха ( $r = -0,71$ ;  $p < 0,02$ ). Также для показателей ЧСС в покое, ЧСС после задержки дыхания, ЧСС после одной минуты отдыха отрицательная линейная корреляция отмечается уже при кратности физической нагрузки 3 раза (т.е. в основной группе) в неделю, а для показателя ЧСС после задержки дыхания 2 раза в неделю. Для кратности физической нагрузки 3 и 4 раза в неделю обнаружена положительная корреляция с показателями индекс весоростовой ( $r = 0,52$ ;  $p < 0,05$  и  $r = 0,67$ ;  $p < 0,01$  соответственно), индекс Руфье ( $r = 0,61$ ;  $p < 0,05$  и  $r = 0,73$ ;  $p < 0,01$ ), проба Штанге ( $r = 0,62$ ;  $p < 0,05$  и  $r = 0,66$ ;  $p < 0,01$ ), проба Генчи ( $r = 0,57$ ;  $p < 0,05$  и  $r = 0,64$ ;  $p < 0,01$ ) у девушек.

Таблица 2 – Знаки корреляционных связей кратности физической нагрузки с функциональным состоянием организма учащихся

Показатель	Девушки		Юноши	
	R+	R-	R+	R-
Масса тела	1	4	1	4
Индекс весоростовой	3,4		4	1
Индекс Руфье	3,4		4	1
Проба Штанге	3,4		3,4	1
Проба Генчи	3,4		3,4	1
ЧСС в покое	1	3,4	1	3,4
ЧСС после задержки дыхания	1	2,3,4	1	4
ЧСС после 1 минуты отдыха		3,4	1	3,4
Уровень ФСО*	4		4	1

Примечание: показаны только значимые корреляции ( $r > 0,3$ ;  $p \leq 0,05$ ), \*Функциональное состояние организма

С другой стороны, необходимо отметить наличие положительной корреляции между низкой физической активностью и повышенной массой тела ( $r = 0,81$ ;  $p < 0,05$ ), повышенной ЧСС в покое и после задержки дыхания ( $r = 0,62$ ;  $p < 0,05$  и  $r = 0,61$ ;  $p < 0,05$ ) у девушек. Для юношей с высокой физической активностью, характерны: отрицательная корреляция с показателями массы тела ( $r = 0,84$ ;  $p < 0,05$ ), ЧСС в покое ( $r = 0,55$ ;  $p < 0,05$ ), ЧСС после задержки дыхания ( $r = 0,63$ ;  $p < 0,05$ ), ЧСС после 1 минуты отдыха ( $r = 0,71$ ;  $p < 0,05$ ). Исходя из полученных статистических данных учащиеся с высокой физической активностью имели более высокий уровень функционального состояния организма:  $r = 0,81$ ;  $p < 0,05$  для девушек с кратностью физической нагрузки 4 раза в неделю и  $r = 0,73$ ;  $p < 0,01$  для юношей. Обнаруженные взаимосвязи в целом согласуются с биологическими эффектами физической нагрузки на организм человека [1,5,6]. Анализ корреляционных связей объективных показателей деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной систем, субъективных характеристик и состояния здоровья учащихся показал, что учебный процесс оказывает существенное воздействие на деятельность сердечно-сосудистой системы, что, в свою очередь,

определяет субъективные характеристики состояния здоровья. Установлено, что на общее субъективное самочувствие существенное влияние оказали показатели частоты сердечных сокращений, функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы, что подтверждается проведенными исследованиями и данными из опросника САН.

По результатам проведенного ROC-анализа было установлено, что уже при кратности физической нагрузки 3 раза в неделю в 73% случаев эмоциональное состояние учащихся по тесту САН возрастает на 28%. Самочувствие ( $57,91 \pm 0,96$ , Se 77%, Sp 72%), активность ( $53,30 \pm 0,91$ , Se 73%, Sp 71%) и настроение ( $60,60 \pm 1,05$ , Se 74%, Sp 72%) (рисунок 1). Полученные данные согласуются с влиянием физической нагрузки на психоэмоциональное состояние студентов [2,3,4].

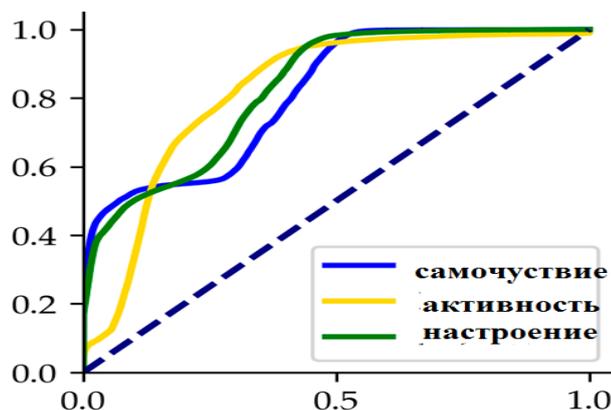


Рисунок 1 ROC -анализ влияния физической нагрузки на эмоциональное состояние учащихся по методике САН.

С социальных позиций студенчество можно рассматривать как специфическую группу населения, которая имеет свои отличия в образе жизни, свои ценности, установки, эталоны поведения. Наибольшее число учащихся высших учебных заведений относится к возрастной группе 16-25 лет. К этому возрасту молодые люди имеют определенный статус здоровья, который уже сформировался за предыдущие годы, особенно за годы обучения в школе. Тем не менее, должного внимания, как со стороны администрации ВУЗов, так и исследователей к здоровью этой категории населения в период обучения в ВУЗах уделяется значительно меньше, чем у детей дошкольного, школьного возраста, хотя именно в этом возрасте завершается формирование большинства функциональных систем организма. Вследствие особой специфики возраста, приходящегося на обучение в ВУЗе, характеризующегося процессами биологического созревания организма и формирования психосоциальной зрелости, среди студентов нарастает число социально обусловленных и социально значимых заболеваний.

Было выявлено влияние физической активности на функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем у подростков. Оптимальной кратностью физической активности является 3-4 раза в неделю, что обеспечивает высокую работоспособность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, адекватную реакцию организма на развитие гипоксии и нормальное восстановление, более высокая физическая активность может являться причиной развития перетренированности, что с высокой долей вероятности приведет к снижению функциональных показателей наряду с недостаточной физической активностью, которая приводит к выявлению неудовлетворительного функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

По результатам проведенного ROC-анализа было установлено, что уже при кратности физической нагрузки 3 раза в неделю в 73% случаев эмоциональное состояние учащихся по тесту САН возрастает на 28%. Самочувствие ( $57,91 \pm 0,96$ , Se 77%, Sp 72%), активность ( $53,30 \pm 0,91$ , Se 73%, Sp 71%) и настроение ( $60,60 \pm 1,05$ , Se 74%, Sp 72%). Таким образом, приоритетной задачей учебных учреждений, является организация занятий физической культурой для учащихся в учебное, а также в свободное время.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Таким образом, результаты данного исследования подтвердили зависимость как физических параметров, так и основных показателей, характеризующих функциональное состояние основных систем организма, обеспечивающих умственную и физическую работоспособность, от кратности физической нагрузки у учащихся.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Assessment of eating and lifestyle habits among Polish cosmetology and physiotherapy students. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2020;157–63.
2. Bede F, Cumber SN, Nkfusai CN, Venyuy MA, Ijang YP, Wepngong EN, et al. Dietary habits and nutritional status of medical school students: the case of three state universities in Cameroon. The Pan African Medical Journal. 2020 Jan 23;35(15).
3. Dietary patterns of health sciences students in regarding to physical activity levels and somatic indicators of nutritional status. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2020 Sep 14;271–8.

4. Farhin S, Jaffry T, Zafar S, Rashid F. Frequency and assessment of Nutritional Status of school going children in rural areas of Islamabad. *Pakistan Journal of Medical Sciences*. 2021 Jun 28;37(5).
5. Taeymans J, Luijckx E, Rogan S, Haas K, Baur H. Physical Activity, Nutritional Habits and Sleeping Behavior in Health Professions Students and Employees of a Swiss University of Applied Sciences During the COVID-19 Lockdown Period: a Questionnaire Survey Study (Preprint). *JMIR Public Health and Surveillance*. 2020 Dec 7;7(4).
6. Trottier CF, Lieffers JRL, Johnson ST, Mota JF, Gill RK, Prado CM. The Impact of a Web-Based Mindfulness, Nutrition, and Physical Activity Platform on the Health Status of First-Year University Students: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Research Protocols*. 2021 Mar 10;10(3):e24534.
7. V.P. Sosnin. ON THE QUESTION OF THE CURRENT TRAINING OF SKILLS IN THE HEALTHY LIFESTYLE OF STUDENTS IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS OF HIGHER EDUCATION. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*. 2018 Jun 30;20(6):11–6.
8. Аскарлов А.В., Сайпашева А.Р. Пищевое поведение студентов-медиков в зависимости от типа личности. *Студенческий вестник*. 2021;2-2 (130) : 42–50.
9. Глыбочко П.В., И.Э. Есауленко И.Э., Попов В.И., Петрова Т.Н. Здоровье студентов медицинских ВУЗов России: проблемы и пути их решения. *Сеченовский вестник* 2017; 2(28) : 4–11.
10. Козлова Т.С., Айсина Д.Т. Психологические аспекты нарушения пищевого поведения. *Студенческий форум*. 2020; 18-1 (111) : 18–21.
11. Кононов А.Н., Комиссарова А.С. Социальные факторы возникновения расстройств пищевого поведения: Контент-анализ текстов в сети интернет. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Педагогика и психология*. 2020; 1 (50) . : 144–153.
12. Об утверждении Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года, утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 ноября 2014 года N2403-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420237592> (дата обращения:05.07.2024).
13. Попова Т.В. Рациональное питание - фактор здоровьесберегающей среды высшего учебного заведения. *Современное педагогическое образование*. 2020 ;(4):90–6.
14. Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года, утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 августа 2009 г. N1101-р. [Электронный ресурс]. – <http://docs.cntd.ru/document/902169994> (дата обращения: 05.07.2024).

## **PHYSICAL ACTIVITY INFLUENCE ON THE MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS FUNCTIONAL STATE**

**Y. Taleb Al Karavani<sup>1</sup>, D.Lastcov, D. Gosman**

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION DONETSK  
STATE MEDICAL UNIVERSITY M. GORKY, DPR, Donetsk, Ilyicha 16 av.

**ABSTRACT.** The work purpose was to evaluate the effect of physical activity on the medical students functional and psycho-emotional state. The study included students from the STATE BUDGETARY INSTITUTION OF ADDITIONAL EDUCATION “DONETSK SMALL ACADEMY OF SCIENCES” AND FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION DONETSK STATE MEDICAL UNIVERSITY M. GORKY, the main health group, which were divided into two groups of 63 people, long-term ill students and those with contraindications for performing functional tests were excluded from the study. The subjects were asked to undergo standard functional tests (Stange and Genci, Ruffier index) and fill out the SAM questionnaire (well-being, activity, mood). To prepare primary materials, descriptive statistics methods were used, differences were assessed using Hotelling's T2 test and discriminant analysis, and the method of constructing ROC curves was also used. Test results show that the emotional state of adolescents depends on the amount (severity) of physical activity. Thus, with a lack of physical activity, the mood and emotional state worsens (in subjects with physical activity once a week, the SAM indicator is unsatisfactory). Thus, lack of physical activity can negatively affect the emotional state of adolescents, so it is necessary to pay special attention to physical education.

**Keywords:** functional state, physical activity, body mass index, functional tests, psycho-emotional state.

---

### **Сведения об авторах**

*Талеб Аль Каравани Ясмينا Башаровна - ассистент кафедры гигиены и экологии ФГБОУ ВО ДОНГМУ ИМ.М.ГОРЬКОГО, <https://orcid.org/0009-0004-4443-6911>*

*Ластков Дмитрий Олегович - д.м.н., проф., заведующий кафедрой гигиены и экологии ФГБОУ ВО ДОНГМУ ИМ.М.ГОРЬКОГО, <https://orcid.org/0000-0002-9566-8745>*

*Госман Дмитрий Александрович - к.м.н., доцент кафедры физиологии с лабораторией теоретической и прикладной нейрофизиологии имени академика В.Н. Казакова ФГБОУ ВО ДОНГМУ ИМ.М.ГОРЬКОГО <https://orcid.org/0000-0002-3524-7391>*

---

**ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ**

УДК: 612.4

**ПРОТИВОРЕЧИЯ И ПРОБЕЛЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В ПРОЦЕССЕ МЕДИЦИНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Балакаева А.В.\* , Скопин А.Ю., Сеницына О.О.**

ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Россия, 141000, Московская область, г. Мытищи, ул. Семашко, 2

**РЕЗЮМЕ.** Применение все более разнообразных лекарственных средств в процессе медицинской деятельности и увеличение объемов образования их отходов вызывает озабоченность в отношении влияния на окружающую среду и здоровье населения.

В работе приводится анализ вопросов законодательного регулирования обращения с отходами лекарственных средств, образующимися в медицинских организациях. Проанализированы нормативные документы, разъясняющие письма исполнительных органов, судебная практика.

Выявлен ряд противоречий и пробелов в регулировании. Отсутствуют требования определения класса опасности отходов, образованных в процессе медицинской деятельности. Степень опасности для здоровья населения и среды обитания человека отходов лекарственных средств, образованных в медицинских организациях, не оценивается. Отсутствуют установленные способы уничтожения в зависимости от их состава и активных компонент, как и обязательность указания таких способов. Установлены терминологические неопределенности.

Противоречивость регламентаций нормативных документов, ставит образователей отходов лекарственных средств в затруднительное положение со множеством практических сложностей, связанных с классификацией, легитимным вывозом и последующей утилизацией специализированными организациями. Вместе с невозможностью централизованного контроля объемов передачи и обезвреживания создаются предпосылки их бесконтрольного уничтожения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** отходы лекарственных средств; фармацевтические отходы; законодательство РФ; медицинская практика, фармацевтические отходы; окружающая среда; здоровье населения.

**ВВЕДЕНИЕ.**

Сегодня вопросы безопасного обращения с отходами лекарственных средств остро стоят на повестке дня медицинских и других организаций. За последние пять лет, по данным отчета IQVIA<sup>†</sup>, глобальное использование лекарственных средств (ЛС) выросло на 14%, и до 2028 года ожидается дальнейшее увеличение на 12%, в результате чего ежегодное использование достигнет 3,8 триллиона суточных доз.

\* Адрес для переписки Балакаева Алиса Викторовна, E-mail: Balakaeva.AV@fncg.ru

**Цитирование.** Балакаева А.В., Скопин А.Ю., Сеницына О.О. Противоречия и пробелы законодательного регулирования обращения с отходами лекарственных средств в процессе медицинской деятельности. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 72-81

**Citation:** A.V. Balakaeva, A. Yu. Skopin, O. O. Sinitsyna. Contradictions and gaps in the legislative regulation of waste management of medicinal products in medicine practice. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024. 3: 72-81

<sup>†</sup> **IQVIA** (до слияния в 2018 году - **Quintiles Transnational**) — исследовательская компания, оказывающая услуги в фармацевтической и биофармацевтической областях и корпоративного аутсорсинга. Источник: The Global Use of Medicines 2024: Outlook to 2028: <https://www.iqvia.com/insights/the-iqvia-institute/reports-and-publications/reports/the-global-use-of-medicines-2024-outlook-to-2028>

Согласно Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года\* объем рынка лекарственных средств для медицинского применения в Российской Федерации в 2022 г. составил 2250 млрд руб./5,11 млрд. упаковок с прогнозируемым увеличением к 2030 г. до 3757 млрд руб./ 5,38 млрд. упаковок. В связи с обеспокоенностью населения объявленной ВОЗ в 2020 году пандемией в 2020-2022 гг. резко возросло как потребление населением, так и производство ЛС, в том числе экспериментальных [1; 2]. Резко возросла нагрузка на окружающую среду и из-за усилившегося применения дезинфицирующих средств.

Произведенные ЛС в том или ином виде неизбежно попадают в окружающую среду. Зарубежные исследования показывают, что в сточных водах медицинских организаций нередко обнаруживаются различные фармацевтические препараты, часто в высоких концентрациях [3; 4]. В России медицинские организации сброс сточных вод осуществляется в систему общей канализации с дальнейшей очисткой на общегородских или других канализационных очистных сооружениях в соответствии с п. 4.4.3 раздела IV СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг»<sup>†</sup>. При этом многочисленные исследования отмечают экотоксикологические эффекты, оказываемые фармацевтическими веществами на различные организмы [5-9].

Практика регулирования обращения с отходами ЛС, образуемых в медицинских организациях, посредством законодательного регулирования является основой обеспечения безопасного обращения с ними. В связи с этим целью настоящей работы стал анализ существующей нормативно-правовой базы, имеющихся противоречий и пробелов в регулировании, препятствующих безопасному и легитимному обращению с данным видом отходов в медицинской практике.

#### Материалы и методы

Произведен анализ действующего законодательного регулирования обращения с отходами ЛС в работе медицинских организаций России. Проанализированы нормативные действующие и отменённые акты природоохранного законодательства и законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, разъяснительные письма различных органов исполнительной власти, а также судебная практика.

Применены методы научного гипотетико-дедуктивного познания, общелогические методы и приемы исследований: анализ, синтез, обобщение, индукция, абстрагирование.

#### Результаты

Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»<sup>‡</sup> (далее – 89-ФЗ) является основным законом природоохранного законодательства, регулирующим обращение с отходами производства и потребления в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Однако, его действие, как и всех подзаконных актов, не распространяется на медицинские отходы (ст. 2 89-ФЗ). Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»<sup>§</sup> (п. 3 ст. 51) гласит: «отношения в области обращения с отходами производства и потребления, а также отходами I-IV классов опасности и радиоактивными отходами регулируются соответствующим законодательством Российской Федерации» (законом 89-ФЗ).

В связи с тем, что на обращение с медицинскими отходами (МО) природоохранное законодательство не распространяется, необходимо проанализировать нормативные правовые акты, которыми регулируется сегмент общественных отношений – о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и об охране здоровья граждан в Российской Федерации.

В Федеральном законе от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»<sup>\*\*</sup> затрагиваются только отходы производства и потребления, обращение с отходами ЛС не регулируется.

\* Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 июня 2023 г. N 1495-р

<sup>†</sup> Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 24.12.2020 N 44 (ред. от 14.04.2022) "Об утверждении санитарных правил СП 2.1.3678-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61953)

<sup>‡</sup> Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 04.08.2023) "Об отходах производства и потребления" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2024)

<sup>§</sup> Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2024)

<sup>\*\*</sup> Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 24.07.2023) "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"

Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»\* (ст. 49) определяет в качестве медицинских «все виды отходов, образующиеся в процессе осуществления медицинской деятельности» (в том числе и отходы ЛС). При этом в Критериях разделения медицинских отходов на классы по степени их эпидемиологической, токсикологической, радиационной опасности, а также негативного воздействия на среду обитания»<sup>†</sup> определено, что критерием опасности МО класса Г является наличие в их составе токсичных веществ.

СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»<sup>‡</sup> определяют правила сбора, использования, обезвреживания, размещения, хранения, транспортировки, учета и утилизации медицинских отходов.

Первым вопросом, по которому нет единого мнения, является отнесение отходов к МО. Из прямого прочтения Федерального закона № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» следует, что не любые отходы, образовавшиеся в ходе деятельности медицинской организации, должны признаваться медицинскими. Так, в процессе деятельности могут образовываться твердые коммунальные отходы или батарейки, которые совпадают по составу с позициями, описанными в Федеральном классификационном каталоге отходов<sup>§</sup>, которые регулирует Федеральный закон №89-ФЗ со всеми вытекающими организационными и юридическими последствиями. Однако данная логика не согласуется с логикой вышеуказанных СанПиН 2.1.3684-21, подробно описывающими конкретные виды МО и, по сути, охватывающими своей классификацией все без исключения образующиеся в медицинской организации отходы. Как следствие, все без исключения отходы, образованные в стенах медицинской организации, считаются медицинскими.

Эта позиция активно поддерживается в многочисленных разъяснительных письмах различных ведомств. Так, относительно ЛС с истекшим сроком годности Министерство здравоохранения РФ придерживается мнения, что обращение с ними напрямую зависит от места образования, при возникновении таких ЛС вне стен медицинских организаций (например, у населения) осуществляется в соответствии с Федеральным законом № 89-ФЗ\*\*.

Таким образом, обращение с одинаковыми отходами, идентичными по составу, в зависимости от места их образования трактуется по-разному и регулируется различными нормативными документами, что может приводить к дополнительным сложностям.

В пункте 157 раздела 10 СанПиН 2.1.3684-21 ЛС отнесены к отходам класса Г («токсикологически опасные отходы 1 - 4 классов опасности»), среди которых: «отходы, не подлежащие последующему использованию, в том числе: ртутьсодержащие предметы, приборы и оборудование; лекарственные (в том числе цитостатики), диагностические, дезинфекционные средства; отходы от эксплуатации оборудования, транспорта, систем освещения, а также другие токсикологически опасные отходы, образующиеся в процессе осуществления медицинской, фармацевтической деятельности, деятельности по производству лекарственных средств и медицинских изделий, при производстве, хранении биомедицинских клеточных продуктов, деятельности в области использования возбудителей инфекционных заболеваний и генно-инженерно-модифицированных организмов в медицинских целях». Согласно п. 205 СанПиН 2.1.3684-21 транспортирование, обезвреживание и захоронение МО класса Г «осуществляется в соответствии с гигиеническими требованиями, предъявляемыми к порядку накопления, транспортирования, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов».

\* Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 05.01.2024)

† Постановление Правительства РФ от 04.07.2012 N 681 "Об утверждении критериев разделения медицинских отходов на классы по степени их эпидемиологической, токсикологической, радиационной опасности, а также негативного воздействия на среду обитания"

‡ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 3 (ред. от 14.02.2022) "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" (вместе с "СанПиН 2.1.3684-21. Санитарные правила и нормы...") (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 N 62297)

§ Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 N 242 (ред. от 18.01.2024) "Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов" (Зарегистрировано в Минюсте России 08.06.2017 N 47008)

\*\* Письмо Министерства здравоохранения РФ от 11 августа 2022 г. № 30-5/3080, письмо Росприроднадзора от 22 апреля 2015 г. № АА-03-04-36/6554

Таким образом, документ отсылает к природоохранному законодательству, а также приравнивает отходы класса Г к токсикологически опасным отходам I-IV классов опасности по классификации природоохранного законодательства (п. 157).

Из формулировки пункта 213: «Обращение с каждым видом отходов производства осуществляется в зависимости от их происхождения, агрегатного состояния, физико-химических свойств субстрата, количественного соотношения компонентов и степени опасности для здоровья населения и среды обитания человека» можно сделать вывод о том, что документ косвенно отсылает к необходимости определения класса опасности отходов.

Однако с определением класса опасности МО сложилась неопределенная ситуация. С одной стороны, степень опасности отхода для окружающей среды определяется Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду\* (далее – Критерии), утвержденными в целях реализации ст. 4.1 Федерального закона № 89-ФЗ. Однако пункт 2 гласит, что их «действие не распространяется на радиоактивные отходы, биологические отходы, медицинские отходы».

Аналогична, но более запутана ситуация с СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления†» (далее – Правила), разработанными в целях реализации Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. Правила устанавливают гигиенические требования и критерии по определению класса опасности отходов производства и потребления по степени их токсичности.

В 2011 г. Постановлением главного государственного врача РФ‡ в данные Правила внесено изменение, аналогичное п. 2 вышеупомянутых Критериев: «правила не распространяются на радиоактивные, биологические, медицинские, взрыво- и пожароопасные отходы». С другой стороны, Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 3 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21»§ отменило вышеуказанное изменение, без отмены самих СП 2.1.7.1386-03.

Вышедший в 2020 г. Федеральный закон от 31.07.2020 № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации» установил, что при осуществлении государственного контроля (надзора) не допускается оценка соблюдения обязательных требований, содержащихся в указанных актах, если они вступили в силу до 1 января 2020 года (п. 2 ст. 15). Несоблюдение этих требований не может быть основанием для привлечения к административной ответственности лиц, их нарушивших (п. 3 ст. 15). Это означает, что несоблюдение требований Правил не является обязательным.

Однако 31 декабря 2020 г. вышло Постановление Правительства РФ № 2467\*\*, утверждающее перечень различных распорядительных документов, содержащих обязательные требования, в отношении

\* Приказ Минприроды России от 04.12.2014 N 536 "Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2015 N 40330)

† Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 16.06.2003 N 144 (ред. от 12.01.2010) "О введении в действие СП 2.1.7.1386-03" (вместе с "СП 2.1.7.1386-03. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. Санитарные правила", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 16.06.2003) (Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.06.2003 N 4755)

‡ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 31.03.2011 N 28 "Об утверждении СП 2.1.7.2850-11 "Изменения и дополнения N 2 к СП 2.1.7.1386-03 "Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления" (вместе с "СП 2.1.7.2850-11. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы..." (Зарегистрировано в Минюсте РФ 10.06.2011 N 21006)

§ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 3 (ред. от 14.02.2022) "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" (вместе с "СанПиН 2.1.3684-21. Санитарные правила и нормы..." (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 N 62297)

\*\* Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 N 2467 (ред. от 03.02.2024) "Об утверждении перечня нормативных правовых актов и групп нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, нормативных правовых актов, отдельных положений нормативных правовых актов и групп нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, правовых актов, отдельных положений правовых актов, групп правовых актов исполнительных и распорядительных органов государственной власти РСФСР и Союза ССР, решений Государственной комиссии по радиочастотам, содержащих

которых соответствующие положения частей Федерального закона №247-ФЗ не применяются (т.е. перечень документов, которые продолжают действовать). СП 2.1.7.1386-03 в данном перечне не представлен, следовательно, де факто всё-таки они не являются обязательными для исполнения.

Таким образом, в настоящий момент отсутствуют какие-либо документы, регулирующие определение класса опасности МО в целом и МО класса Г, в том числе отходов ЛС, в частности. В связи с этим требования, основанные на делении по классам и токсикологической опасности таких отходов, в настоящий момент не установлены.

При оценке опасности ЛС как загрязнителей окружающей среды, кроме пробелов в регулировании определения опасности отходов ЛС, вызывают вопросы и способы их уничтожения.

Уничтожение ЛС регулируется Федеральным законом от 12.04.2010 № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств»\*. Порядок уничтожения (за исключением вопросов, связанных с уничтожением наркотических ЛС и их прекурсоров, психотропных и радиофармацевтических ЛС) определяют «Правила уничтожения изъятых фальсифицированных лекарственных средств, недоброкачественных лекарственных средств и контрафактных лекарственных средств»† (далее – Правила уничтожения ЛС).

Рассматривая данные документы, в качестве небольшого пробела понятийного регулирования необходимо отметить неполную проработанность терминологии. В то время как СанПиН 2.1.3684-21, формулируя требования к обращению, объединяет отходы класса Г в такую обширную группу как: «лекарственные, диагностические, дезинфицирующие средства, не подлежащие использованию» (п. 190 раздела 10), регламентирующий уничтожение ЛС Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ затрагивает лишь часть образующихся в медицинских организациях отходов ЛС и определяет следующие понятия: «фальсифицированное ЛС – ЛС, сопровождаемое ложной информацией о его составе и (или) производителе»; «недоброкачественное ЛС – ЛС, не соответствующее требованиям фармакопейной статьи, либо в случае ее отсутствия требованиям нормативной документации или нормативного документа»; «контрафактное ЛС – ЛС, находящееся в обороте с нарушением гражданского законодательства». Из этого следует вывод, что ЛС с истекшим сроком годности, либо с нарушенными по каким-либо причинам условиями хранения и/или транспортировки оказались вне понятийного описания данного Закона. Несмотря на то, что на практике принято считать эти ЛС «недоброкачественными» (так, в Постановлении Девятого арбитражного апелляционного суда от 14.07.2015 N 09АП-23059/2015 предлагается основываться на п. 4 ст. 5 Закона РФ от 07.02.1992 N 2300-1 «О защите прав потребителей»), существуют и обратные мнения (например, в письме Федеральной налоговой службы от 16 июня 2011 г. № ЕД-4-3/9486‡ приводятся аргументы в пользу того, что действующее законодательство не позволяет однозначно отнести просроченные ЛС к недоброкачественным [10]).

Основное указание по уничтожению ЛС сводится к тому, что оно должно производиться «организациями, имеющими соответствующую лицензию, на специально оборудованных площадках, полигонах и в специально оборудованных помещениях с соблюдением требований в области охраны окружающей среды в соответствии с законодательством Российской Федерации» (Глава 11, статья 59, п. 6 Федерального закона № 61-ФЗ). Конкретных способов уничтожения ЛС в указанных выше Федеральном законе № 61-ФЗ и Правилах уничтожения ЛС не приводится.

В утратившей силу Инструкции о порядке уничтожения ЛС§ были приведены более конкретные методы – такие, как сжигание, слив в промышленную канализацию или захоронение на «санитарных» полигонах. В действующих регуляторных документах подобных конкретных указаний не встречается.

Нормативные документы диктуют лишь в случае необходимости указывать специальные меры предосторожности. Так, вышеупомянутый Федеральный закон № 61-ФЗ при государственной регистрации ЛС для медицинского применения предусматривает в проекте инструкции по медицинскому применению «указание (при необходимости) специальных мер предосторожности при уничтожении неиспользованных лекарственных препаратов для медицинского применения» (гл. 6, ст. 18, п. 4). Подписанные в рамках Соглашения о единых принципах и правилах обращения ЛС в рамках Евразийского экономического союза «Требования к Инструкции по медицинскому применению лекарственного препарата и общей

---

обязательные требования, в отношении которых не применяются положения частей 1, 2 и 3 статьи 15 Федерального закона "Об обязательных требованиях в Российской Федерации"

\* Федеральный закон от 12.04.2010 N 61-ФЗ (ред. от 30.01.2024) «Об обращении лекарственных средств».

† Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 N 1447 "Об утверждении Правил уничтожения, изъятых фальсифицированных лекарственных средств, недоброкачественных лекарственных средств и контрафактных лекарственных средств"

‡ Письмо ФНС РФ от 16.06.2011 N ЕД-4-3/9486 О порядке совершения операций с лекарственными средствами с истекшим сроком хранения

§ Приказ Минздрава РФ от 15.12.2002 N 382 (ред. от 05.02.2010) "Об утверждении Инструкции о порядке уничтожения лекарственных средств" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 24.12.2002 N 4074)

характеристике лекарственного препарата для медицинского применения»<sup>\*</sup> включают раздел «Особые меры предосторожности при уничтожении использованного лекарственного препарата или отходов, полученных после применения лекарственного препарата, и другие манипуляции с препаратом». При этом обязательное указание о прописывании конкретного способа уничтожения препарата отсутствует, в инструкции допустимы фразы: «Не выбрасывайте (не выливайте) препарат в канализацию <водопровод>. Уточните у работника аптеки, как следует утилизировать (уничтожить) препарат, который больше не потребуется. Эти меры позволят защитить окружающую среду»; «Весь оставшийся лекарственный препарат и отходы следует уничтожить в установленном порядке».

Таким образом, в инструкции по применению ЛС не приводится информация по методу дальнейшего уничтожения ЛС, как нет и установленного требования о необходимости в её указании.

Среди информации, вносимой в государственный реестр медицинских изделий и организаций, осуществляющих производство и изготовление медицинских изделий (№ 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»), требование отразить желательный и/или обязательный способ утилизации также отсутствует. Таким образом, в настоящее время способы и особенности уничтожения ЛС в действующих нормативных актах не приводятся.

Говоря об уничтожении ЛС, нельзя не упомянуть требование о лицензировании этой деятельности, которое встречается сразу в нескольких документах. Правила уничтожения ЛС регламентируют (п. 8), что их уничтожение «осуществляется организацией, имеющей лицензию на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов опасности». Согласно п. 205 СанПиН 2.1.3684-21, отходы класса Г «транспортируются, обезвреживаются и захораниваются в соответствии с гигиеническими требованиями, предъявляемыми к порядку накопления, транспортирования, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов».

Таким образом, сразу 2 документа, напрямую связанные с обращением с отходами ЛС, ссылаются на понятия и нормирование природоохранного законодательства.

Обращение промышленных отходов согласно требованиям ст. 12 Федерального закона от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»<sup>†</sup> и Федерального закона № 89-ФЗ требует наличия лицензии на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности (см. Постановление Правительства РФ от 26.12.2020 № 2290<sup>‡</sup>).

При заключении контракта на вывоз и обезвреживание МО класса Г (в том числе ЛС), государственные медицинские организации обязаны требовать наличие лицензии на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности в составе заявки: в соответствии с Федеральным законом от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»<sup>§</sup>, при осуществлении закупки (а данном случае – услуги по вывозу и обезвреживанию МО класса Г) заказчик устанавливает единые требования к участникам, «включая требование о соответствии участника закупки требованиям, установленным в соответствии с законодательством РФ к лицам, осуществляющим поставку товара, выполнение работы, оказание услуги, являющихся объектом закупки» (п. 1 ч. 1 ст. 31). Под такими требованиями понимается в том числе предусмотренная п. 1 ст. 49 ГК РФ необходимость наличия лицензии для осуществления того или иного вида деятельности [14].

Таким образом, медицинские организации при заключении контракта на вывоз ЛС обязаны требовать с вывозящей организации лицензию. При этом в соответствии с действующим законодательством (в частности, выполняя требования Федерального закона № 89-ФЗ), оператор по вывозу отходов имеет право принять отходы только с документами (паспортами), подтверждающими их класс опасности, что в случае МО, выведенных из-под природоохранного законодательства, невозможно. Дополнительная сложность для бюджетных медицинских организаций заключается в том, что они могут передавать отходы только как

<sup>\*</sup> Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 N 88 (ред. от 19.05.2022) "Об утверждении требований к инструкции по медицинскому применению лекарственного препарата и общей характеристике лекарственного препарата для медицинского применения"

<sup>†</sup> Федеральный закон от 04.05.2011 N 99-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "О лицензировании отдельных видов деятельности"

<sup>‡</sup> Постановление Правительства РФ от 26.12.2020 N 2290 (ред. от 13.04.2022) "О лицензировании деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности" (вместе с "Положением о лицензировании деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности")

<sup>§</sup> Федеральный закон от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ред. от 14.02.2024) "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд" (с изм. и доп., вступ. в силу с 08.03.2024)

отходы класса Г (а не отходы I и II классов), даже в том случае, если имеют на них паспорта, чтобы избежать нецелевого расходования средств [11].

Росприроднадзор в разъяснительных письмах\* по вопросу наличия у организаций, осуществляющих деятельность с МО класса "Г" лицензий, не раз отвечал следующее: «Положения Федерального закона № 89-ФЗ, Федерального закона № 99-ФЗ в части получения лицензии на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV класса опасности распространяется на отходы производства и потребления, в случае если хозяйствующий субъект предполагает осуществление работ по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности». Учитывая, что у медицинских организаций образуются МО классов А-Д, данный ответ, как и противоречивость законодательной базы в целом ставит образующие МО организации в тупиковую ситуацию.

Неопределенность ситуации подтверждается судебными спорами. Так, поводом для спора стало требование медицинской организации при проведении закупки услуги по вывозу просроченных ЛС наличия лицензии на утилизацию МО класса Г и недопуск компании к закупочной процедуре в связи с её отсутствием. Компания подала жалобу в антимонопольный комитет о неправомерном требовании. Решением Арбитражного суда г. Москвы был отказ в удовлетворении жалобы и вывод о необходимости наличия у исполнителя лицензии†.

#### Обсуждение

Таким образом, в настоящее время отсутствует единое правовое поле регулирования обращения с ЛС, включая их утилизацию. Наблюдаются противоречия и пробелы в существующем нормировании. Сложность регулирования обращения с МО, главным образом, обусловлена тем, что вопрос находится на стыке компетенций одновременно нескольких федеральных органов исполнительной власти: Министерства здравоохранения РФ и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – с одной стороны, и Министерства природных ресурсов и экологии РФ, и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования – с другой.

Особую озабоченность вызывает эколого-гигиеническая составляющая вопроса. Несмотря на требования обращения с отходами в зависимости от физико-химических свойств, количественного соотношения компонентов и степени опасности для здоровья населения и среды обитания человека, определение класса (степени) опасности для МО оказалось вынесенным за рамки обязательных требований существующего законодательства. Таким образом, не регламентированы требования к обращению с отходами ЛС, принимающие во внимание их химический состав и активность компонент. При этом одинаковые по составу отходы трактуются по-разному в зависимости от места образования.

Конкретных указаний по обезвреживанию и утилизации отходов ЛС в нормативной документации не приводится, как следствие, не установлено и критериев эффективности способов обезвреживания. Отсутствуют как регламентированные способы утилизации и обезвреживания отходов ЛС, так и требования к указанию производителем способа утилизации при их выпуске.

Пробелы и противоречия нормативной базы, вкупе с отсутствием контроля содержания остаточных количеств ЛС в сточных водах медицинских организаций, приводит к бесконтрольному уничтожению отходов ЛС с неизвестными последствиями для окружающей среды. Наносимый окружающей среде вред от образованных в стенах медицинских организаций отходов ЛС никак не урегулирован.

Для отходов производства и потребления Федеральным законом от 29 декабря 2014 года № 458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации»‡ введен механизм расширенной ответственности производителя (РОП). Под РОП понимается механизм экономического регулирования, согласно которому производители и импортеры товаров обязаны обеспечить их утилизацию после использования и утраты потребительских свойств [12]. Несмотря на применимость данного механизма лишь к отходам производства и потребления, регулируемым Федеральным законом № 89-ФЗ, представляется целесообразным рассмотреть возможность расширения РОП и на отходы ЛС, исходя из логики, что производитель ЛС лучше всего осведомлен о компонентном составе производимого им товара. В настоящее время РОП не распространяется на МО в связи с вынесением из-под действия Федерального закона № 89-ФЗ.

\* Письмо Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 19 декабря 2022 г. N ТК-10-01-34/44606 "О рассмотрении обращения"

† Дело № А40-41628/21-72-260 от 28 мая 2021 года (г. Москва)

‡ Федеральный закон от 29.12.2014 N 458-ФЗ (ред. от 21.12.2021) "О внесении изменений в Федеральный закон "Об отходах производства и потребления", отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации"

Одновременное наличие специальных требований к обращению с отходами класса Г (и ЛС среди них) и отсутствие необходимости определения класса опасности для окружающей природной среды и здоровья человека ставит образователей таких МО в затруднительное положение со множеством практических сложностей.

Так, предусмотренное законом лицензирование деятельности по транспортировке и обезвреживанию токсикологически опасных отходов вместе с несогласованностью природоохранного законодательства и законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия создает для медицинских организаций предпосылки к нарушению положений этих законодательств.

С практической стороны множество медицинских организаций в 2022 г. столкнулось с проблемой вывоза МО класса Г (в т.ч. использованных ртутных ламп, аккумуляторов и батареек) из-за введения необходимости использования федеральной государственной информационной системы учета и контроля за обращением с отходами I и II классов опасности. ФГУП «Федеральный экологический оператор» (ФГУП ФЭО), который по Распоряжению Правительства РФ от 14.11.2019 № 2684-р является единственным оператором, имеющим право принимать у хозяйствующих субъектов отходы I и II классов в случае отсутствия собственных мощностей для их обезвреживания, отказался принимать заявки от учреждений, осуществляющих медицинскую и околomedicalную деятельность, в связи с тем, что МО не регулируются Федеральным законом № 89-ФЗ [13]. Вследствие этого в течение некоторого времени у медицинских организаций отсутствовала ясность в вопросе передачи отходов класса Г – организации, занимающиеся обращением с отходами I и II классов опасности, также отказались их принимать, ссылаясь на обязательность решения данного вопроса силами ФГУП ФЭО\* [14]. В ответах на многочисленные запросы медицинских организаций Минприроды России разъяснял†: «на МО не распространяется действие норм Закона № 89-ФЗ и принятых в реализацию актов Правительства Российской Федерации, а также нормативных правовых актов Минприроды России в области обращения с отходами, в части получения лицензии на деятельность по обращению с МО, оформлению паспортов на МО, разработке проектов нормативов образования МО и лимитов на их размещение, предоставлению отчетности в области обращения с МО». Соответствующая информация приведена и на официальном сайте ФГУП ФЭО [15].

Мнение Роспотребнадзора при этом отличается и изложено в ответе (исх. № 09-8571-2022-40) на обращение ФГУП «ФЭО» от 12.10.2022 № 214-1/1003721: «В санитарных правилах отсутствуют препятствия для передачи отходов, которые образуются после обеззараживания, обезвреживания МО, действующим региональным операторам по обращению с твердыми коммунальными отходами (или операторам по обращению с отходами I и II классов опасности)» [11].

На практике медицинские организации вынуждены выходить из положения, убеждая заключить договор на вывоз и утилизацию отходов ЛС другие организации, занимающиеся отходами I и II классов опасности. Минусом в этом случае является отсутствие системы контроля за соответствием переданных и фактически утилизированных МО – которую обеспечивала система ФГИС ОПВК для отходов I и II классов опасности (при превышении заводом своей мощности за месяц (квартал), внесение в систему дальнейших актов утилизации (обезвреживания) должно блокироваться, делая невозможным дальнейший прием отходов для данного переработчика). Это, в свою очередь, может привести к неконтрольному приему избыточных объемов отходов и их несанкционированному сбросу, как следствие – загрязнению окружающей среды.

В связи с вынесением отходов ЛС за рамки требований природоохранного законодательства, возникает ряд и других практических сложностей, в том числе судопроизводства. При этом в судебных разбирательствах могут приниматься противоположные решения [16]. Споры вызывает не только распространение действия Федерального закона № 89-ФЗ на МО в целом (и связанных с этими вопросами оформления природоохранной документации, платы за негативное воздействие и пр.), но и вопросы лицензирования, отнесения определенных видов отходов к категории медицинских и др.

В условиях правового вакуума вопросы обращения с МО разъясняются письмами Министерства природных ресурсов и экологии РФ и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, а также органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора и Министерством здравоохранения РФ. Большинство проанализированных разъяснений Росприроднадзора и Миприроды России являются однотипными и сводятся к тому, что природоохранное (Федеральный закон № 89-ФЗ и подзаконные акты) и законодательство о лицензировании не распространяются на МО‡. В то же время органы санитарно-эпидемиологического надзора, как и соответствующие документы по обращению с МО, отсылают к использованию положений природоохранного законодательства§.

\* Письмо ФГУП «Федеральный экологический оператор» от 12.10.2022 № 214-1/10089И о требованиях при обращении с отходами I и II классов опасности

† Письмо Минприроды России от 4 февраля 2022 г. N 25-47/3539

‡ Например, письмо Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 19 декабря 2022 г. N ТК-10-01-34/44606; письмо Минприроды России от 4 февраля 2022 г. N 25-47/3539 «Об обращении с медицинскими отходами»;

§ Письмо Министерства здравоохранения Российской Федерации от 11 августа 2022 г. № 30-5/3080

Среди других выявленных разночтений – терминологическая проблема, обусловленная неопределенностями понятий и пробелами в определении образующихся у медицинских организаций отходов: что считать МО, являются ли просроченные ЛС недоброкачественными и др. Разночтение понятий вносит неопределенность в трактовку законодательных актов.

Таким образом, противоречия и пробелы санитарно-эпидемиологического и природоохранного законодательства выражаются в несогласованности их требований, неточностях определений и формулировок, несоответствии классификаций МО по классам опасности, отсутствии четкого законодательного закрепления вопросов в сфере лицензирования деятельности в области обращения с МО и др., что является причиной недостаточного регулирования и контроля обращения с отходами ЛС. Это может создавать административные барьеры для добросовестных медицинских организаций, повышать риски ухода от ответственности недобросовестных; увеличивает риск нанесения ущерба окружающей среде, жизни и здоровью населения.

#### Выводы

При обращении с отходами ЛС медицинские организации сталкиваются с рядом противоречий и пробелов законодательного регулирования. Вызывает настороженность неурегулированность по следующим вопросам:

1. Требование об установлении класса опасности отходов ЛС для оценки и предотвращения вредного воздействия на среду обитания и здоровье человека в настоящее время исключено из правового поля в отношении отходов ЛС, образованных при осуществлении медицинской деятельности. Для идентичных отходов, но образованных вне стен медицинской организации, такое требование присутствует.

2. В настоящее время не регламентированы не только конкретные способы уничтожения ЛС в зависимости от их компонентного состава, но и обязательность указания таких способов при выпуске ЛС.

3. Легитимный вывоз отходов ЛС из медицинских организаций затруднен в связи с противоречивостью нормативной регламентации по вопросам лицензирования и классификации МО.

4. Имеет место различная трактовка, правовая оценка и практика обращения с одинаковыми по составу отходами ЛС в зависимости от способа их образования – в результате медицинской или иной деятельности.

5. Обилие разъясняющих писем не обеспечивает стабильную правоприменительную и судебную практику, свидетельствуя об имеющихся противоречиях и пробелах законодательства.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Внесение изменений в нормативно-правовую базу, приведение в соответствие природоохранного и санитарно-эпидемиологического законодательства – сложное и занимающее длительное время дело. На настоящем этапе целесообразна разработка ведомственных практических рекомендаций по хранению, сбору, транспортировке и обезвреживанию всех существующих разновидностей ЛС. Рекомендательный характер документа не позволил бы жестко контролировать процесс, но обеспечил порядок обращения с ЛС в медицинских организациях.

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Абрамова У.Н., Молчанова А.И. Влияние пандемии COVID-19 на фармацевтический рынок. Правовые и социально-экономические проблемы современной России: теория и практика: сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Пенза, 10–11 ноября 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 10-13.
2. Честнова Т.В., Подшибякина А.С. Препараты, применяемые при лечении COVID - 19: механизм воздействия и эффективность (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – № 1. – С. 108-115. – DOI 10.24412/2075-4094-2021-1-3-4. – EDN BVPFEU.
3. Orias F, Perrodin Y. 2013. Characterisation of the ecotoxicity of hospital effluents: A review. *Sci Total Environ* 454–455: 250–276.
4. aus der Beek, T., Weber, F.-A., Bergmann, A., Hickmann, S., Ebert, I., Hein, A. and Küster, A. (2016), Pharmaceuticals in the environment—Global occurrences and perspectives. *Environ Toxicol Chem*, 35: 823-835. <https://doi.org/10.1002/etc.3339>.
5. Triebkorn R, Casper H, Scheil V, Schwaiger J. 2007. Ultrastructural effects of pharmaceuticals (carbamazepine, clofibric acid, metoprolol, diclofenac) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and common carp (*Cyprinus carpio*). *Anal Bioanal Chem* 387: 1405–1416.
6. Foster HR, Burton GA, Basu N, Werner EE. 2010. Chronic exposure to fluoxetine (Prozac) causes developmental delays in *Rana pipiens* larvae. *Environ Toxicol Chem* 29: 2845–2850.
7. Brodin T, Fick J, Johnsson M, Klaminder J. 2013. Dilute concentrations of a psychiatric drug alter behaviour of fish from natural populations. *Science* 339: 418–815.
8. Ebert I, Bachmann J, Kühnen U, Küster A, Kussatz C, Maletzki D, Schlüter C. 2011. Toxicity of the fluoroquinolone antibiotics enrofloxacin and ciprofloxacin to photoautotrophic aquatic organisms. *Environ Toxicol Chem* 30: 2786–2792.
9. Мухутдинова А.Н., Рычкова М.И., Тюмина Е.А., Вихарева Е.В. Фармацевтические соединения на основе азотсодержащих гетероциклов – новый класс загрязнителей окружающей среды. Вестник Пермского Университета, 2015, Вып. 1: 65-76.
10. Пашенко А.В., Хрешкова В.В. Нормативное регулирование уничтожения лекарственных препаратов, предназначенных для клинических исследований/ Право. Журнал Высшей школы экономики. 2012. № 1. С. 69-79.

11. Ищенко В.А. Обзор практик обращения с медотходами: варианты решения проблем. Журнал Твердые бытовые отходы. Янв. 2023 С. 6-10.
12. Концепция совершенствования института расширенной ответственности производителей и импортеров, утв. Аппаратом Правительства РФ 28.12.2020 N 12888П-П11.
13. Росприроднадзор: Информация об обращении с отходами I и II классов опасности с 1 марта 2022 года. 11.10.21. [https://rpn.gov.ru/news/informatsiya\\_ob\\_obrashchenii\\_s\\_otkhodami\\_i\\_i\\_ii\\_klassov\\_opasnosti\\_s\\_1\\_marta\\_2022\\_goda](https://rpn.gov.ru/news/informatsiya_ob_obrashchenii_s_otkhodami_i_i_ii_klassov_opasnosti_s_1_marta_2022_goda) (дата обращения: 01.09.2023г).
14. Твердые бытовые отходы: Медицинские отходы I и II класса опасности. Рубрика: ТКО-вопрос, 16.11.2022. Медицинские отходы I и II класса опасности (дата обращения: 01.09.2023).
15. Федеральный экологический оператор: Отходы медицинских организаций. <https://rosfeo.ru/deyatelnost/obrashhenie-s-otkhodami-i-i-ii-klassov-opasnosti/federalnaya-skhema-i-gis-obrashheniya-s-otkhodami-i-ii-klassov/otxodyi-mediczinskix-organizaczij.html> (дата обращения: 1.09.2023).
16. Ядрихинская О.В. Обращение с медотходами: актуальная судебная практика Верховного суда РФ // Твердые бытовые отходы. – 2023. – № 5(203). – С. 46-49.

## **CONTRADICTIONS AND GAPS IN THE LEGISLATIVE REGULATION OF WASTE MANAGEMENT OF MEDICINAL PRODUCTS IN MEDICINE PRACTICE**

**A.V. Balakaeva, A. Yu. Skopin, O. O. Sinitsyna**

F.F. Erisman Federal Research Center of Hygiene of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation

**ABSTRACT.** The using of more and more diverse drugs in the process of medical activities and the increase in the volume of their waste generation raises concerns about the impact on the environment and public health. The paper provides an analysis of the issues of legislative regulation of the handling of drug waste generated in medical organizations. Regulatory documents, explanatory letters of executive bodies, and judicial practice are analyzed.

A number of contradictions and gaps in regulation are identified. There are no requirements for determining the hazard class of waste generated in the medical activities. The degree of danger to public health and the human environment of pharmaceutical waste generated in medical organizations is not assessing. There are no established methods of destruction depending on their composition and active components, as well as the obligation to indicate such methods. Terminological uncertainties are established.

The inconsistency of regulations of regulatory documents puts generators of pharmaceutical waste in a difficult position with many practical difficulties associated with classification, legitimate transportation and subsequent disposal by specialized organizations. Together with the impossibility of centralized control over the volumes of transfer and disposal, it creates preconditions for their uncontrolled destruction.

**Keywords.** pharmaceutical waste, drug waste, Russian legislation, medical practice, environment, public health

---

### **Сведения об авторах**

*Балакаева Алиса Викторовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. ФБУН ФНЦГ имени Ф.Ф. Эрисмана, 141000, г. Мытищи, Россия, E-mail: Balakaeva.AV@fnCG.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4217-4300>*

*Скопин Антон Юрьевич, кандидат медицинских наук, заведующий отделом научного обеспечения лабораторных исследований продукции и объектов окружающей среды ФБУН ФНЦГ имени Ф.Ф. Эрисмана, 141000, г. Мытищи, Россия. E-mail: skopin.ayu@fnCG.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7711-9489>*

*Синицына Оксана Олеговна, доктор мед. наук, проф., член-корр. РАН, зам. директора по научной работе ФБУН ФНЦГ имени Ф.Ф. Эрисмана, 141000, г. Мытищи, Россия. E-mail: Sinitsyna.oo@fnCG.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0241-0690>*

---

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации



**Издательство:**

ФГБУ «Национальный медицинский  
исследовательский центр реабилитации  
и курортологии» Минздрава России

**Адрес редакции:**

121099, Москва, Новый Арбат, 32  
rjerm@nmicrk.ru  
8-499-277-01-05 доб.1069

---

# Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine

Российский журнал экологической и восстановительной медицины

Свидетельство о регистрации СМИ в Роскомнадзоре: Эл № ФС77-82612 от 18 января 2022 г.

[ Журнал основан в 2012 году ]