

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

На правах рукописи

БОБКОВА

Елена Викторовна

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕШНИХ ДЕТЕРМИНАНТ
СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА**

3.2.1. – Гигиена

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Ефимова Наталья Васильевна

Ангарск - 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЗАДАЧИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ В ЕЕ РЕШЕНИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	12
1.1. Внешнесредовые факторы риска смертности населения	13
1.2. Смертность, как основной индикатор состояния популяционного здоровья	22
1.3. Современные методы доказательства причинения вреда здоровью населения на популяционном уровне	26
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1. Объекты, объем и дизайн исследования	31
2.2. Эпидемиологический анализ и оценка смертности населения	33
2.3. Гигиеническая оценка условий среды обитания населения и медико-социальных характеристик	34
2.4. Оценка вариативности факторов среды обитания	36
2.5. Математико-статистические методы	38
ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2011–2022 ГОДЫ	44
3.1. Уровень общей смертности населения Иркутской области	44
3.1.1. Динамика общей смертности населения Иркутской области	46
3.1.2. Структура причин смерти населения Иркутской области	48
3.2. Кластеризация территории Иркутской области по коэффициенту общей смертности населения	52
ГЛАВА 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	56
4.1. Условия социальной среды обитания населения Иркутской области	56
4.1.1. Общая оценка условий социальной среды обитания населения Иркутской области	56
4.1.2. Оценка условий социальной среды обитания по кластерам	62
4.2. Характеристика климатогеографических и техногенных условий среды обитания населения Иркутской области	65
4.3. Ассоциированность коэффициента общей смертности с факторами риска социальной и антропогенной среды обитания	71
ГЛАВА 5. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА БРАТСКА	74
5.1. Годовая динамика смертности населения	74
5.2. Анализ годовой изменчивости условий среды обитания и факторов образа жизни	79
5.3. Анализ зависимости смертности населения от основных неинфекционных заболеваний, с учетом сезонной динамики концентраций химических аэрополлютантов	86
5.4. Изучение зависимости смертности населения г. Братска от факторов	91

среды обитания по среднегодовым и среднемесячным данным	
ГЛАВА 6. ОБОСНОВАНИЕ МЕР УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	111
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	116
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	117
ВЫВОДЫ	118
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	120
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	121
Приложения	150
ПРИЛОЖЕНИЕ А	151
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	155

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Медико-демографические потери населения являются одной из актуальнейших проблем современности. Значимость их особенно велика в условиях выявленных риск-реализованных нарушений здоровья населения, связанных с воздействием различных факторов [30, 52, 86, 237]. Решение важнейших задач сохранения человеческого потенциала, уровня жизни возможно через создание безопасных условий среды обитания для всех и мотивацию к формированию здорового образа жизни индивидуума. Указанное определяет важность своевременной оценки изменения качества среды обитания, в том числе поступления загрязняющих веществ и изменения климата, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека и популяции в целом [45, 126, 92, 95, 124, 179, 215], а также значимость борьбы с наркоманией, курением табака и алкоголизмом, повышения физической активности, поддержания правильного питания, контролю эффективности лечения наиболее распространенных заболеваний (сердечно-сосудистых катастроф, сахарного диабета и онкологических заболеваний) [71].

Заболевания сердечно-сосудистой системы и онкозаболеваемость являются основными причинами смерти населения в глобальном масштабе, что требует их изучения для подбора оптимальной программы мероприятий по сокращению смертности населения с учетом времени достижения эффекта [52, 80, 171, 173]. Несмотря на общечеловеческую актуальность проблемы высокой смертности населения, по глобальным оценкам ВОЗ отмечаются территориальные различия не только по уровню общего коэффициента смертности (КС), но и по отдельным причинам, связанным с влиянием внешних детерминант природного и антропогенного происхождения.

Указанное определяет необходимость разработки качественно новых подходов, основанных на многоаспектном исследовании процессов формирования смертности

населения, а также обоснования комплекса мероприятий по сохранению здоровья нации с учетом гигиенических и демографических аспектов [61, 126, 208].

Степень разработанности темы исследования

В работах многих авторов медико-демографическая проблема рассмотрена с учетом гендерно-возрастных особенностей населения, выявлено, что лидирующей причиной смерти населения являются болезни системы кровообращения трудоспособного возраста с гендерным преобладанием мужчин [18, 21, 37, 39, 86, 146]. Доказано, что при сохранении нынешних тенденций динамики показателей общей заболеваемости от сердечно-сосудистых катастроф и онкопатологии, в дальнейшем можем ожидать рост смертности от данных патологий [29, 41, 51, 65, 73, 80, 147, 171]. Исследование смертности во время глобального кризиса для здравоохранения, связанного с воздействием биологического стрессора - в период пандемии COVID-19, позволили оценить: уровень смертности, как превышающий сезонные базовые показатели; изменение структуры смертности; сдвиг возрастного профиля, а также провести анализ скорости реагирования на чрезвычайную ситуацию [134, 140, 201, 166, 169, 230, 231].

Проблема выявления рисков, связанных с образом жизни (неоптимальное питание, низкая физическая активность), отягощенная наследственность хроническими неинфекционными заболеваниями (ХНИЗ) с каждым годом становится более значимой [113, 116, 119, 176]. Доказано, что смертность населения тесно связана с употреблением психоактивных веществ [20], а курение оказывает негативное воздействие на здоровье населения [78, 122, 183, 216]. Проблема неукомплектованности врачебными кадрами формирует медико-социальные факторы риска, определяющие состояние здоровья населения [28, 52, 53, 83, 104, 198].

Изучена роль иерархических изменений факторов окружающей среды в формировании нозологической структуры смертности населения [86]. Подтверждена очевидность связи природно-климатических факторов с заболеваемостью и смертностью населения [33, 111]. Доказано, что волны жары и холода становятся причинами избыточной смертности населения [55, 127, 179]. Изучено общетоксическое действие на организм человека выявляемых в атмосферном воздухе химических веществ [9, 63, 97, 103, 105, 124, 207, 232]. Негативное воздействие подтверждено на основании изучения многолетней динамики

загрязнения атмосферного воздуха [11, 48, 203, 211, 212]. Было доказано влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения г. Братска, приводящее к заболеваниям органов дыхания у детей и взрослых [46, 58].

В последние десятилетия увеличилась роль изменения внешнесредовых (природных, техногенных, социальных) факторов, по мнению Н. П. Лаверова (2010), под изменяющимися условиями среды обитания понимают факторы, величина которых за некоторый период значительно отклонялась от среднеемноголетнего значения либо от начальных (фоновых величин) [77]. Анализ имеющейся литературы свидетельствует о том, что разработаны новые методические подходы к анализу и управлению риском в разных сферах деятельности человека в изменяющихся условиях воздействия техногенных и природно-климатических факторов [4, 28, 82, 179, 215].

Несмотря на то, что именно на территории Сибири постоянно регистрируются наиболее высокие уровни смертности и низкой продолжительности жизни, из всего множества работ мы встретили лишь отдельные исследования, где были выявлены особенности формирования характеристик преждевременной смертности населения в условиях Иркутской области [85, 86, 87, 88], Республики Бурятия [21]. Однако результаты данных работ не позволяют дать комплексную гигиеническую оценку формированию смертности населения, выявить внешнесредовые детерминанты в зонах риска. Остаются недостаточно разработанными подходы к оценке роли факторов среды обитания и факторов образа жизни в формировании безвозвратных демографических потерь; имеются лишь единичные работы, в которых на основе численных экспериментов обоснованы рекомендации по управлению риском смертности населения промышленных центров.

Цель исследования - выявить особенности воздействия факторов среды обитания и образа жизни на уровень смертности населения крупного промышленного региона в изменяющихся условиях для обоснования профилактических рекомендаций.

Задачи исследования:

1. Изучить уровень и динамику общей смертности различных половозрастных групп населения Иркутской области в период 2011–2022 годы.

2. Дать гигиеническую оценку основным природно-климатическим и антропогенным, медико-социальным факторам и выявить зоны риска.

3. Разработать двухуровневые (региональные и муниципальные) модели зависимости общей смертности населения от влияния изменяющихся факторов внешней среды и выявить особенности формирования смертности в период пандемии COVID-19.

4. Обосновать рекомендации, направленные на снижение риска смертности населения промышленного региона.

Научная новизна исследования

Впервые выявлены различия значимости внешнесредовых факторов в формировании уровня смертности населения для отдельных территорий крупного промышленного региона. Установлено, что уровни коэффициента общей смертности (КС) населения промышленных центров ассоциированы с тремя группами факторов: медико-социальными, объясняющими 33,3% вариации КС населения промышленных центров; социально-экономическими условиями – 16,0% и условиями среды обитания и образа жизни – 15,3%. Доказана ассоциированность КС с распространенностью привычных бытовых интоксикаций, снижением: физической активности взрослого населения ($r=0,48-0,52$), обеспеченностью койками круглосуточного пребывания (ККП) ($r=0,40$), укомплектованностью врачебными кадрами ($r=-0,62$).

В период воздействия риск-модифицирующего фактора биологической природы (пандемии COVID-19) выявлены изменения значимости влияния факторов среды обитания на смертность населения различных возрастов, в первую очередь, аэрополлютантов специфичных для промышленности города (фторсодержащих, бенз(а)пирена), а также взвешенных веществ, формальдегида. Получены новые данные об особенностях причин смерти и половозрастных групп риска в период воздействия биологического стрессора: доля дополнительных случаев смерти от болезней системы кровообращения составила 40,3%; максимум избыточной смертности наблюдался у лиц старше 80 лет и составил 35,92‰, в возрасте 70–79 лет – 8,48‰.

Доказан рост интенсивности изменения внешних детерминант в изучаемый период: выявлены особенности динамики распространенности среди населения негативных факторов образа жизни: частоты неоптимального питания; недостаточной

физической нагрузки; отягощенности наследственности хроническими неинфекционными заболеваниями; низкими укомплектованностью врачебными кадрами и обеспеченностью койками круглосуточного пребывания пациентов.

Теоретическая и практическая значимость работы и внедрение результатов

Теоретическая значимость связана с расширением представлений о формировании экологически обусловленных потерь популяционного здоровья в условиях загрязнённости атмосферного воздуха и пандемии новой коронавирусной инфекции.

На основе математических моделей зависимости КС от основных предикторов на региональном и муниципальном уровнях в результате численных прогнозных экспериментов разработаны рекомендации для крупного промышленно-энергетического центра, включающие критерии необходимого снижения загрязнённости атмосферного воздуха, повышения обеспеченности койками круглосуточного пребывания (ККП), укомплектованности врачебными кадрами, увеличения выявляемости факторов риска ХНИЗ при проведении диспансеризации взрослого населения. Применение разработанного алгоритма изучения внешнесредовых факторов и их влияния на смертность населения на уровне субъекта Российской Федерации, позволяет получить детальную оценку динамики смертности населения и выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние на ее снижение.

Результаты исследования и методические подходы, разработанные на основе диссертационной работы внедрены в практическую деятельность ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республики Бурятия» (акт внедрения от 13.09.2024), ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» (акт внедрения от 04.12.2023), ОГБУЗ «Иркутский областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики» (акт внедрения от 03.09.2024), учебный процесс вузов при подготовке специалистов медико-профилактического профиля на кафедре общей гигиены ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» МЗ РФ (акт внедрения № 2007/79 от 04.09.2024).

Методы исследования

Исследование проведено с использованием общенаучных (системного анализа, математического моделирования) и специальных (гигиеническая экспертиза, оценка

риска здоровью, эпидемиологический анализ) методов. Выполнена оценка причинно-следственных связей коэффициента смертности населения с изменением факторов среды обитания по ретроспективным данным (2011–2022 гг.) с использованием корреляционно-регрессионного и факторного анализа; выявление зон риска проведено с применением кластерного анализа; рекомендации базируются на результатах вычислительных экспериментов по математическим моделям с получением прогнозных оценок на 2023 год.

Положения, выносимые на защиту:

1. Территория крупного промышленного региона характеризуется разнонаправленными процессами формирования смертности населения, что позволяет выделить кластеры, различные не только по уровню коэффициента смертности и возрастной структуре популяции, но и по значимости внешнесредовых детерминант.

2. Основные безвозвратные демографические потери региона обусловлены изменяющимися факторами: медико-социальными; факторами риска, обусловленными нарушениями принципов здорового образа жизни; на уровне промышленного центра к числу значимых относится загрязнённость атмосферного воздуха взвешенными веществами, диоксидом азота, формальдегидом.

3. Формирование экологически обусловленных потерь популяционного здоровья характеризуется сверхсмертностью в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции, ассоциированной с загрязнённостью атмосферного воздуха.

Степень достоверности результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом исследований (период наблюдения 2011–2022 гг., количество учтенных случаев смерти - 401856, внешнесредовых факторов – 25 по 37 муниципальным образованиям Иркутской области) и применением современных, соответствующих цели и задачам работы методов исследования.

Апробация результатов исследования

Основные положения диссертации представлены и обсуждены на международных и Всероссийских научных форумах: Всероссийской конференции

«Здоровье населения и окружающая среда» (Иркутск, 2017); III Всероссийской конференции с международным участием «Здоровье и качество жизни» (Байкальск, 2018); Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня образования государственной санитарно-эпидемиологической службы России «Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения и защита прав потребителей: региональные аспекты» (Иркутск, 2022); Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы гигиены в условиях современных вызовов» (Новосибирск, 2023); XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2023» (Пермь, 2023); II Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 300-летию Российской академии наук «Современные проблемы экологии и здоровья населения» (Ангарск, 2023); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Практические аспекты социально-гигиенического мониторинга и управления риском здоровью населения» (Екатеринбург, 2023); I Всероссийском научном конгрессе с международным участием «Эрисмановские чтения – 2023» (Мытищи, 2023); III Международном демографическом форуме «Демография и глобальные вызовы» (Воронеж, 2024).

Диссертационная работа апробирована на заседании Ученого совета ФГБНУ ВСИМЭИ (25.09.2024, протокол № 9).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 21 работа, в том числе 7 - в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций, рекомендованный ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Диссертационное исследование соответствует пункту 1 паспорта специальности 3.2.1. Гигиена: «Общая гигиена. (Общие закономерности условий и механизмов влияния факторов окружающей и производственной среды на здоровье человека)».

Личный вклад соискателя

Соискателем самостоятельно осуществлено планирование и организация

исследования, сформулированы цель и задачи, выполнен сбор и обработка данных, проведен гигиенический, эпидемиологический, статистический анализы, обобщены полученные материалы. Совместно с сотрудниками лаборатории оптимального управления ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова» СО РАН разработаны математические модели. Личное участие соискателя в сборе, накоплении и систематизации научных материалов, его анализе составляет не менее 85%.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 157 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов собственных исследований и заключения, выводов, практических рекомендаций и приложений. Список литературы представлен 237 источниками, в том числе 162 работами отечественных и 75 - иностранных авторов. Работа включает 24 рисунка и 27 таблиц.

ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЗАДАЧИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ В ЕЕ РЕШЕНИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Актуальная задача - достижение целевых показателей национальных проектов, определила необходимость снижения смертности от БСК и ЗНО, повышение показателей ОПЖ продиктованы. Наибольшие потенциальные пределы управляемости показателями смертности на территориях с максимальным уровнем показателей возможны за счет минимизации причин смерти управляемых средствами профилактики и ранней диагностики резервов по их снижению [52, 126]. Популяционное здоровье и внешнесредовые факторы — это тесно связанные между собой многопараметрические объекты [70, 151, 154]. Вариативность внешних условий среды обитания, вызванная как антропогенным вмешательством, так и естественными процессами приводит к изменению процессов жизнеобеспечения и, как следствие, нарушениям здоровья. Оценка факторов риска потерь здоровья населения является важной задачей, стоящей перед здравоохранением [30, 48, 86, 114, 126, 237].

Поиск работ отечественных и иностранных авторов проведен по базам данных медицинских и биологических публикаций Pubmed и E-Library. В качестве условий поиска использованы: период 2019–2024 годы, доступные полнотекстовые публикации. Поиск проведен по ключевым словам, соответствующим объектам и предмету исследования. Исходя из цели работы, рассмотрены сочетания слова «смертность»/«коэффициент смертности» и групп детерминант и отдельных факторов. Общее количество найденных публикаций составило 117666 работ, среди которых преобладали работы, посвященные смертности в период новой коронавирусной инфекции (44,6% от общего количества), в зависимости от образа жизни (17%), от социально-экономических факторов (11,5%) (таблица 1). Среди отобранных автоматически работ был проведен дополнительный анализ, исключены

повторяющиеся публикации, тексты, в которых не представлены конкретные данные и т. п. Далее представим результаты аналитического обзора по изучаемой проблеме.

Таблица 1 - Результаты поиска источников за 2019–2024 годы, по ключевым словам проведенного исследования

Группы факторов	Базы поиска публикаций		Долевой вклад от суммы, %
	Pubmed.ru	ELibrary.ru	
Смертность и загрязнение атмосферного воздуха, всего: в том числе:	2136	1453	3,0
PM	1059	318	
NO ₂	424	56	
SO ₂	143	36	
формальдегид	8	17	
бенз(а)пирен	1	3	
острое загрязнение атмосферного воздуха	235	507	
хроническое загрязнение атмосферного воздуха	392	538	
COVID-19	42101	10375	44,6
COVID-19 и загрязнение атмосферного воздуха	405	133	
Смертность и факторы образа жизни	2977	17054	17,0
курение	7013	8176	
алкоголизм	5427	7356	
наркомания	2368	1659	
неоптимальное питание	120	162	
низкая физическая активность	1523	9794	
Смертность и медико-социальные факторы	3375	2841	5,3
укомплектованность врачами	187	483	
обеспеченность койками	34	2024	
инвалидность	1601	6173	
диспансеризация	7936	2631	
Смертность и социально-экономические факторы	682	12861	11,5
доход населения	3914	11553	
инвестиции в общий капитал	1967	5186	
бедность	1434	3971	
покупательская способность	48	263	
обеспеченность жильем	83	3736	
Смертность и климат:	3095	5084	7,0
климат и загрязнение атмосферного воздуха	204	548	
Смертность и системный анализ,	8432	11321	11,6

риск			
Сумма по группам факторов	62798	54868	100

1.1. Внешнесредовые факторы риска смертности населения

В изучаемый период число публикаций, посвященных связи смертности и загрязнения атмосферного воздуха, составило всего 3,0%, из которых основное внимание уделено влиянию твердых частиц (38,3%), NO₂ (13,3%), SO₂ (5,0%), небольшое количество работ рассматривает в качестве факторов риска формальдегид, бенз(а)пирен.

В ряде работ представлены данные о связях уровней заболеваемости и смертности населения субъектов РФ от частоты нарушений гигиенических нормативов содержания вредных веществ в питьевой воде, атмосферном воздухе и почвах [25, 54, 56, 101, 124]. С вредным воздействием факторов среды обитания возможно связано около 64,9 тысяч смертей и более 5,1 млн случаев заболеваний детского и взрослого населения [55, с.15].

Большое число исследований, выполненных в ряде стран, свидетельствуют о негативное влияние взвешенных частиц на организм, что приводит к росту заболеваемости и смертности населения [227]. Загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных глобальных рисков для здоровья, вызывая значительную избыточную смертность, особенно в результате сердечно-сосудистых заболеваний, конкурируя с избыточной смертностью, ассоциированной с табакокурением [203].

Проведена оценка содержания в атмосферном воздухе химических веществ общетоксического действия (оксидов азота и углерода, сероводорода, аммиака, толуола, диоксидов серы и азота, фенола и взвешенных веществ) за период 2007–2016 гг. в некоторых городах Республики Башкортостана. Корреляционный анализ показал наличие тесной положительной связи между содержанием оксида углерода и показателями общей заболеваемости взрослых ($r=0,898$), детского населения ($r=0,957$). Болезни органов дыхания у детей коррелируют с диоксидом азота ($r=0,899$) [9]. Систематический обзор электронных баз за период 2000–2021 гг. свидетельствует, что выбросы автомобильного транспорта в атмосферу представляют собой сложную агломерацию газов, паров и взвешенных частиц, увеличение концентрации в воздухе частиц размером менее 2,5 мкм на каждые 5 мкг/м³, что приводит к увеличению смертности на 7,0%. [103]. Разделяют это мнение С. А.

Мусихина и др. (2021), которые выявили несоответствие гигиеническим требованиям уровней акустической нагрузки и концентраций оксида углерода вдоль основных транспортных магистралей города Омска на территории, прилегающей жилой застройки [105].

По наличию пахучих веществ в воздухе и их влияние на соматическое здоровье людей проведен анализ показателей, характеризующих состояние здоровья населения в различных странах, проживающего в условиях загрязнения атмосферного воздуха пахучими веществами. Изучение 59 публикаций из различных баз данных за период с 1949 г. по 2019 г., показало, что у проживающих на территориях с регистрацией в атмосферном воздухе пахучих веществ имеются жалобы на различные соматические (тошнота, головокружение и др.) и эмоциональные (депрессия и др.) симптомы. Однако достоверная связь с указанными симптомами говорит о субъективной оценке восприятия запаха жителями. Доказана зависимость заболеваемости бронхиальной астмой от уровня загрязнения атмосферного воздуха в Республике Мордовия [13, 32, 141].

Для модернизации системы управления качеством атмосферного воздуха в РФ необходимо рассмотреть основные законодательные и методические рекомендации. Исследователями [70, 91, 92, 95], с использованием результатов сводных расчетов рассеивания выбросов по 12 городам, которые участвуют в проекте «Чистый воздух» выполнен анализ результатов углубленных медико-биологических исследований в зонах влияния объектов горнодобывающей и химической промышленности в период 2020–2022 гг. Показано, что особым воздействием загрязняющих веществ подвергаются уязвимые социальные группы, такие как детское население и люди пожилого возраста, а также маргинальные социальные слои общества, так как загрязнители от промышленного производства и места захоронения токсичных отходов, как правило расположены на территориях с меньшей экономической и политической властью. Исследование в Воронеже, проводилось за период 2017-2020 гг., где выявили риски загрязняющие приземный слой атмосферного воздуха - 1,3-бутадиен (источник – производство синтетического каучука) и соединения хрома⁶⁺ (основной источник – авиационный завод), которые вносят соответственно 69,9–75,7 и 21,7–26,9% в суммарные величины индивидуального канцерогенного риска, который превышает предельно допустимый уровень ($1 \cdot 10^{-4}$) [124].

В ходе анализа практических аспектов оценки реализации, выполненных в 2018–2019 гг. мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в Нижнем Тагиле дана оценка эффекта для здоровья, рассчитаны канцерогенные и неканцерогенные аэрогенные риски для здоровья населения [162]. В Новокузнецке в 2017–2022 гг. выявлено превышение среднегодовых предельно допустимых концентраций бенз(а)пирена (в 3,5–11,2 раза), формальдегида (1,7–3,4 раза), взвешенных веществ (1,6–2 раза), фтористого водорода (в 1,2 раза), диоксида азота (в 1,6 раз) [69]. По оценкам авторов, по основным критическим органам и системам индексы опасности составили: нарушений иммунной системы 4–14,6, нарушение развития в детском возрасте - 3,5–11,2, заболеваний органов дыхания (3–8,6).

В доступных публикациях дана оценка влияния учета фоновых долгопериодных средних концентраций загрязняющих веществ на тех территориях, на которых не ведутся регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха. Доказаны недопустимые уровни хронического канцерогенного и неканцерогенного рисков, основной долевой вклад в который вносит автомобильный транспорт с дизельными и бензиновыми двигателями внутреннего сгорания [63]. Вместе с тем недостаточно оценок при субхроническом и краткосрочном воздействии загрязнителей, поступающих из стационарных источников. В доступной литературе представлены преимущественно работы, связанные с изучением влияния на здоровье населения при природных пожарах [24, 40, 131]

Иркутская область-лидер в стране по числу городов, включенных в проект федерального значения «Чистый воздух» национального проекта «Экология»¹, главной целью которого является снижение выбросов опасных загрязняющих веществ в городах-участниках (Иркутск, Братск, Ангарск, Шелехов, Усолье-Сибирское, Черемхово, Зима, Свирск). Загрязнения среды обитания являются причиной глобальных последствий антропогенного поступления различных веществ и соединений, изменяя ее свойства и тем самым оказывают вредное воздействие на здоровье человека и популяции в целом [124, 203, 127, 191]. Б. А. Ревич (2020) на примере арктического макрорегиона показал, что на данной территории нет репрезентативных данных о содержании в атмосферном воздухе, питьевой воде

¹<https://mnr-air.ru/cities>

специфических поллютантов (например, никеля, ртути), что не позволяет дать корректную оценку рискам здоровью населения, но даже по оценке потенциального риска определена необходимость внедрения профилактических мер. Автор полагает, что на данной территории логично развивать мониторинг не в рамках федеральных служб контроля, а на муниципальном уровне и предусмотреть углубленное изучение «горячих точек» для дальнейшей оценки и анализа рисков здоровью населения. Об этом свидетельствует как международный опыт, так и создание локальных систем мониторинга местных администраций, как в рамках различных научных программ по Арктическому макрорегиону следует предусмотреть более детальное изучение территорий «горячих точек» для дальнейшей оценки рисков здоровью населения [127].

Определена роль специфичности и неспецифичности воздействия локальных факторов окружающей среды в формировании массовых неинфекционных заболеваний детского населения городов с развитой промышленностью и другими источниками загрязнения атмосферного воздуха (города Ангарск, Братск, Усолье-Сибирское, Шелехов, Иркутск). Интегральной характеристикой специфичности и выраженности воздействия локальных факторов среды обитания на детское население являются комплексы массовых неинфекционных заболеваний [123].

Изучена ассоциированность заболеваемости органов дыхания в период пандемии COVID-19 с загрязнением атмосферного воздуха на примере Иркутской области в периоды 2017–2019 гг. и 2020–2021 гг. Результат показал, что в период пандемии COVID-19 (2020–2021 гг.) наблюдается выраженное увеличение заболеваемости взрослого населения. Максимальные уровни риска для населения зарегистрированы в городе Шелехове, атмосферный воздух которого подвержен высокой нагрузке химическими веществами, воздействующими на респираторную и иммунную системы [47].

Влияние загрязнения атмосферного воздуха на смертность населения парных городов, в том числе, Братска, как «грязного» и Кирова, как «относительно чистого» показало, что загрязнение атмосферного воздуха в наибольшей степени влияет на смертность от БСК [137].

В целях изучения риска здоровью населения при кратковременном высоком загрязнении атмосферного воздуха разработан и апробирован алгоритм на модельном

примере г. Чита [44], с помощью которого установлена высокая обращаемость за скорой медицинской помощью по поводу заболеваний органов дыхания и кровообращения при наличии в воздухе оксида углерода и взвешенных веществ в количестве выше референтных уровней.

На примере модельного г. Братска обоснован алгоритм действий и эффективность его реализации по установлению и доказательству связи выявленных риск-реализованных нарушений здоровья населения с воздействием аэротехногенных химических факторов. Уточнен по критериям причинения вреда перечень веществ, для которых необходима разработка или корректировка мер по снижению выбросов в атмосферу. Л. Б. Маснавиева и Н. В. Ефимова (2018) дали оценку структуры ингаляционного риска нарушений иммунитета при многомаршрутном поступлении поллютантов [97].

Н. В. Ефимовой, В. С. Рукавишниковым (2022) изучена многолетняя динамика загрязнения атмосферного воздуха в городе Братске, динамика валовых выбросов и интегрального показателя загрязнения атмосферы за 1984–2018 гг. В связи с метеорологическими условиями для рассеивания и градостроительными особенностями в г. Братске наиболее неблагоприятным является Центральный район, где сохраняется высокое загрязнение веществами, специфичными для основных предприятий и автотранспорта [48].

Лесные пожары - оказывает ощутимое влияние на здоровье в среднем около 10% населения Иркутской области. Окислы углерода имеют особое значение для роста респираторной заболеваемости [24]. Подтверждая значимость увеличение обращаемости населения г. Братска в период массовых лесных пожаров, Т. А. Елфимова и Н. В. Ефимова предложили методический подход, включающий расчетные методы оценки загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемости населения в период лесных пожаров, который может быть использован при экспресс-оценке для оптимизации деятельности органов практического здравоохранения [40].

Созданный регистр больных бронхиальной астмой в Иркутске позволил убедиться в том, что в г. Братске чаще регистрируются заболевания органов дыхания детей, в т. ч. бронхиальная астма, чем средний показатель по региону [118]. На территории воздействия выбросов алюминиевого завода (г. Братск) среди детей в 2,9 раза выше частота хронических заболеваний органов дыхания, в 5,5 раз -

функциональные расстройства вегетативной и ЦНС [56].

Некоторая часть работ посвящена совместному влиянию на уровень смертности метеоусловий и загрязнения воздушного бассейна [48, 57, 126, 151, 152, 160, 187, 237]. Основываясь на анализе климатических характеристик, проведенных с использованием метода многолетнего распределения среднесуточных температур, как потенциальных факторов риска для здоровья популяции за период 1919–2019 гг., доказана важность оценки рисков здоровью человека и его адаптации к изменению климата [125, 154]. Увеличение частоты и продолжительности природных катастроф, волны жары и холода, которые становятся причинами избыточной смертности населения – все это определяет необходимость разработки национальных планов адаптации и межсекторального взаимодействия на данную проблему [126, 205, 209, 220].

Вместе с тем при анализе данных на крупных территориях показаны различия роли метеоусловий. Так, Т. П. Яковлева, изучив показатели заболеваемости и смертности населения в разных климатических поясах России, свидетельствует о высоком уровне заболеваемости населения по всем классам заболеваний в третьем климатическом поясе по сравнению с идентичными показателями второго климатического пояса [161]. Установлена широтная зависимость роста заболеваемости по 4 регионам, обусловленный метеопараметрами: скорость ветра, относительная влажность и облачность [111]. Модель зависимости смертности населения от метеоусловий выявила особенности синоптических ситуаций на 4 территориях РФ за период 2000–2012 гг. в возрастной группе от 65 лет и старше, обнаружив, что в теплый сезон самые неблагоприятными для здоровья человека являются континентальные тропические воздушные массы [33].

Кроме того, отмечены различия связи смертности, изменения климата и уровня социально-экономического развития стран. Так проанализировав убытки, связанные с погодой в 2018 г. и за период 1999–2018 гг. в разных странах мира, пришли к выводу, что менее развитые страны из-за изменения климата страдают больше, чем промышленно развитые, поэтому ранняя оценка индекса климатических рисков может служить сигналом о повышенной уязвимости [179]. Волны тепла и засухи 2018 г. доказали: страны с высоким уровнем дохода ощущают воздействие климата более отчетливо, чем прежде [179]. Другие исследователи [215], считают, что

изменения окружающей среды включают антропогенные изменения, которые влияют на экологию ландшафта, экологию человека, а также способствуют возникновению природных возмущений и стихийных бедствий.

В период пандемии показаны различия влияния метеопараметров на восприимчивость населения к инфекции и чувствительности к воздействию метеопараметров [221]. N. Sheppard, et al. обнаружили убедительные доказательства того, что PM_{2,5} увеличивает риск заражения COVID-19 и тяжелого заболевания, и более слабые доказательства увеличения риска смертности [223].

Вместе с тем глобальные оценки выявили, что избыточные показатели смертности превысили 150 смертей на 100 000 населения в течение как минимум одного года пандемии в 80 странах и территориях, тогда как в 20 странах наблюдался отрицательный показатель избыточной смертности в 2020 или 2021 году [185].

Влияние социально-экономических факторов и ресурсного обеспечения системы здравоохранения на здоровье населения

Социально-экономические факторы риска относятся к основным, и они определяют состояние здоровья популяции [1, 53, 83]. Доказана закономерность влияния социально-экономических факторов на здоровье населения, проживающего в условиях с разной степенью урбанизации: на территориях с низким уровнем урбанизации среднедушевой уровень доходов может способствовать увеличению показателя ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) [28]. Социально-экономический статус обычно измеряется доходом. ОПЖ тесно связана с доходом в разных сообществах, что показали, в частности, на общепопуляционных административных данных Дании, рассчитав показатели методом градиента дохода в ОПЖ за 1980–2013 гг. [198].

Мнение о том, что с территориальными особенностями смертности населения связано ресурсное обеспечение системы здравоохранения, придерживаются многие исследователи [66, 79, 198]. Метод иерархического линейного моделирования выявил дифференциацию смертности населения и ресурсного обеспечения здравоохранения, определив влияние факторов с учетом их уровня [79]. Доказана различная доступность первичной медико-санитарной помощи городскому и сельскому населению, которая является основой системы оказания медицинской помощи [76]. Отмечены диспропорции обеспеченности кадрами между городом и селом: низкая

укомплектованность штатных должностей фельдшерско-акушерских пунктов, коэффициент совместительства у врачей в 1,1 раз на селе превышает целевой показатель, что требует унификации организационно-методических подходов территориально-участкового принципа с формированием модели сельского врачебного участка [104].

Для обеспечения населения доступной и качественной медицинской помощью требуется высокая обеспеченность и укомплектованность медицинскими кадрами. В настоящее время вопросы кадрового планирования в здравоохранении актуальны для всех стран включая Россию. Уровень обеспеченности врачами в России за период 2000–2019 гг. вырос на 4,0%, а средним медицинским персоналом на 5,6%, также отмечен рост медицинскими кадрами в Новой Зеландии, Германии, Венгрии, Мексике, Китае, Норвегии и Корее [66].

Факторы риска образа жизни

Влияние на уровень смертности образа жизни населения достаточно полно представлена в современной научной литературе. Изучение поиска эффективных мер по снижению смертности в России на основе анализа систематических обзоров диктует нам, что, прежде всего, необходимо формирование здорового образа жизни. В первую очередь, предотвращение наркомании, курения табака и алкоголизма, а также пристальное внимание должно быть уделено повышению физической активности, поддержанию правильного питания, контролю эффективности лечения заболеваний, особенно занимающих лидирующие места в структуре заболеваемости: артериальной гипертензии, сердечно-сосудистых катастроф, сахарного диабета и онкологических заболеваний [71].

Постоянное изучение образа жизни человека необходимо для оценки факторов риска потерь здоровья и разработки профилактических мероприятий по его укреплению. Доказаны гендерные и возрастные особенности поведения населения. Так, распространенность негативных факторов образа жизни у мужчин Кубани в возрасте 18–74 лет составила: низкой физической активности 88,0%, избыточной массы тела 33,0%, высокой частоты курения табака 65,0% и приема алкоголя 39,0% [30].

Проблема табакокурения имеет широкую распространенность во всем мире [50, 122, 136, 148, 172, 183]. Медико-социологическое исследование употребление

табака сельским населением Нижегородской области за период 2020–2021 гг. в возрасте 25–64 лет установило, что треть опрошенных употребляют табак, а из них 20% делают это ежедневно [78]. Вредное воздействие табакокурения связано с содержанием во вдыхаемом дыме токсических веществ, которые влияют на органы и системы организма человека. Наиболее выражены клинические проявления у лиц с хроническим заболеванием легких, которые имели длительный контакт с промышленной пылью и употреблением табака. У 55,5% курящих зарегистрирована дыхательная недостаточность, а в группе некурящих эта доля ниже в три раза [136].

Отечественными и зарубежными исследователями [2, 96, 129, 172, 216] проведен анализ годовой статистической отчетности по зависимости показателя заболеваемости от потребления алкоголя. В литературе имеются данные об оценке потребления алкоголя во время пандемии COVID-19, где выявлен рост потребления алкоголя.

Известно, что не только социальные, но и медико-демографические проблемы тесно связаны с употреблением психоактивных веществ (алкоголь, наркотики, табак и др.). Рекомендуется использовать показатели смертности, связанные с употреблением психоактивных веществ, в качестве оценочных для долгосрочных программ общественного здоровья и профилактики [20].

Другими факторами риска образа жизни является неоптимальное питание и низкая физическая активность. При рассмотрении понятия здорового питания, как ключевого фактора, определяющего здоровье человека, отражены основные нарушения структуры питания [116, 143]. Одномоментное исследование по анализу частоты модифицирующих факторов риска ХНИЗ населения Республики Саха (Якутия) в возрасте 30–54 лет показывает, что каждая четвертая женщина и каждый третий мужчина имеют абдоминальное ожирение [119]. Установлена корреляционная зависимость между фактическим потреблением нутриентов и уровнем физического здоровья, установлена взаимосвязь между пищевым статусом и состоянием здоровья [31]. В литературе описаны риски развития сахарного диабета, сердечно-сосудистых заболеваний с позиции зависимости от нездорового питания и низкой физической активности исследователями [113, 176].

Другие авторы считают, что такие модифицирующие факторы риска, как низкая физическая активность, неоптимальное питание являются триггерами развития

ожирения с последующими кардиоваскулярными осложнениями, что влечет за собой раннюю инвалидизацию и экономические затраты на оказание медицинской помощи [59].

1.2. Смертность, как основной индикатор состояния популяционного здоровья

В условиях организации планомерного сохранения развития человеческого потенциала, уровня жизни и эффективности управления системы здравоохранения субъектов Российской Федерации (РФ) необходима оценка динамических свойств ключевых индексов здоровья популяции [61, 62, 149]. Среди показателей общественного здоровья населения особое место занимают заболеваемость, инвалидность и смертность населения. В структуре причин смерти приоритетными считаются БСК и новообразования. Снижение уровня жизни населения с ростом дисфункциональности системы здравоохранения указывают на ухудшение показателей популяционного здоровья [157]. Глубокое и стойкое неравенство в области здравоохранения внутри стран и между ними продолжает требовать принятия мер в вопросах меняющейся демографии, глобализации, технологических достижений, изменения климата, изменения общественного мнения о ценности научных данных в области сохранения популяционного здоровья. Россия является одной из стран, где ухудшение состояния здоровья населения приобрело катастрофический характер. Среди показателей общественного здоровья населения особое место занимают заболеваемость, инвалидность и смертность населения [89, 208].

Анализ динамики показателей заболеваемости, с впервые в жизни установленным диагнозом, дает возможность увидеть тенденции в улучшении или ухудшении здоровья населения [51, 80, 85, 132, 173]. Факторы риска, влияющие на смертность от болезней системы кровообращения (БСК) без предшествующих сердечно-сосудистых заболеваний в анамнезе, варьируют у населения разных стран с отличным уровнем дохода. Случаи заболеваний и смерти являются модифицируемыми индикаторами. Некоторые факторы риска имеют обширные глобальные последствия (например, гипертония), а другие (например, загрязнение воздуха и неоптимальное питание) варьируются в зависимости от экономического уровня страны [237]. Подтверждает это мнение и другие зарубежные

исследователи, свидетельствуя, что если нынешние тенденции сохранятся, то к 2050 году мы можем ожидать 12 миллионов смертей от инсульта и почти 5 миллионов смертей от деменции [173].

Однозначно доказано, что еще одной из приоритетных причин в структуре заболеваемости являются новообразования, что подтверждает необходимость в рамках санитарного надзора совершенствовать регулирования факторов риска [41, 50]. Анализ официальных данных выявил главные компоненты, влияющих на развитие онкологических заболеваний — это образ жизни и генетическая предрасположенность человека.

Хронические заболевания влияют на ограничения жизнедеятельности и вызывают стойкую нетрудоспособность. Детерминанты, определяющие распространенность инвалидности для социума — это экологическая обстановка, состояние системы здравоохранения и социально-экономический уровень в регионе [7]. В Белгородской области на фоне снижения первичной заболеваемости по классу болезней органов пищеварения отмечен рост уровня болезненности, заболеваемости, инвалидности и смертности от болезней поджелудочной железы и печени [160]. За 2014–2018 гг. зарегистрировано снижение числа лиц, имеющих инвалидность взрослого населения Ростовской области по заболеванию органов дыхания; в структуре первичной инвалидности преобладают (42,2%) лица молодого возраста; по тяжести инвалидности основной удельный вес дают инвалиды II группы (50,4%) [115].

Показатель общей смертности населения является важнейшим медико-демографическим индикатором состояния социально-экологической системы [38, 88]. Уровень смертности населения напрямую зависят от возрастных характеристик популяции. В настоящее время старение населения и связанные с этим демографические, социально-экономические проблемы определяют пристальный интерес к данной проблеме. В. И. Донцов (2021) с помощью таблицы дожития Human Mortality Database для оценки ожидаемой и максимальной продолжительности жизни и по компонентам формулы Гомперца–Мейкема вычислил скорость старения. Выявленная тенденция к изменению показателей смертности необходима для профилактических воздействий на здоровье популяции [37].

Изучение смертности по причине БСК показало преобладание в структуре

показателя хронических форм ишемической болезни сердца (ИБС) и цереброваскулярных болезней (ЦВБ) среди всего населения Оренбургской области за 2010–2020 гг. [39], в Краснодарском крае за 2015 и 2018 гг. [18], а также по смертности трудоспособного населения России [146]. Однако выявлены особенности структуры причин смерти на территории с одной из наименьших ОПЖ в РФ, так в период 2003–2017 гг. внешние причины смерти стали ведущими в трудоспособном возрасте населения Республики Бурятия [21].

В 2019 г. Arai H., et al., используя расчет показателей потерянных лет жизни (YLL), выявили, что инфаркт миокарда и инсульт с точки зрения преждевременной смертности в Японии являются значимыми как на уровне популяционных заболеваний, так и на уровне отдельных пациентов [165]. Rawson N.S.B (2020) указал, что основными причинами смерти в Канаде и Новой Зеландии, проанализированными на основании стандартизованных по возрасту показателей смертности с 2000 по 2015 гг., а также данных о выписках средней продолжительности пребывания пациента на койке из двух стран, являются БСК и злокачественные новообразования [216].

Исследования смертности представляют важную информацию во время крупномасштабных событий для здоровья, определяя ее как избыточную в период пандемии COVID-19. С помощью временных рядов для определения прямого вклада COVID-19 в смертность в Соединенных Штатах оценили смертность, сверх сезонных базовых показателей, стратифицированных по штатам, возрасту, неделям и причинам за март 2020 г. – апрель 2021 г. Из исследуемых 666 000 смертей, 90% связаны с COVID-19. Смертность от всех других причин выросла во время пандемии за исключением рака [200]. Однако, определилась и другая проблема, связанная с COVID-19, - в сложность выбора первопричины смерти [166]. В следствие данный вопрос мог влиять и на саму структуру смертности. Подтверждают данную проблему своим исследованием Vieira A. et al., (2020) заявив, что избыточная смертность присутствовала почти каждый день в течение периода исследования, опираясь на методы среднесуточных исторических значений зарегистрированных смертей и модели авторегрессионной интегрированной скользящей средней [230]. Для оценки косвенного воздействия во время пандемии COVID-19 на оказание помощи по направлению диагностики и лечения БСК в Англии исследователи выяснили, что

спрос и предложение на услуги по борьбе с БСК резко сократились во всех странах, которые привели к значительной, но предотвратимой избыточной смертности во время пандемии [169]. Дана оценка изменений показателей смертности, которые явились социальным откликом на пандемию COVID-19 в мегаполисе (Москва). Анализ проведен на данных базы Единой медицинской информационно-аналитической системы (РФС-ЕМИАС) в хронологических рамках с 2019 г. по апрель 2021 г. Социальный отклик отмечена резким скачком числа умерших от самоубийств на первом этапе пандемии и избыточной смертности от алкоголизма и наркомании на последующих этапах [140]. В продолжении вопроса глобального кризиса смертности в период пандемии COVID-19, на основании официальных данных Росстата дана оценка сдвигов возрастного профиля смертности населения Москвы [134]. Wang Q., et al. (2020) рассмотрели данную проблему с другой стороны, проведя сравнительный анализ скорости реагирования на чрезвычайную ситуацию при COVID-19 и при ситуации, связанной со вспышкой свиного гриппа в 2019 г. [231].

Среди всех публикаций, отражающих гигиенические аспекты комплексного воздействия внешних детерминант на уровень смертности очень немного. Роль иерархических изменений факторов окружающей среды в формировании нозологической структуры смертности изучена Я. А. Лещенко, А. А. Лисовцовым (2023). Выводы исследователей гласят, что формирование патологии и обусловленной ею смертности происходило вследствие иерархических изменений в действии на популяцию факторов разной природы (социально-экономических, психогенных, эпидемиологических). Новые тенденции в формировании неблагоприятной социально-экологической ситуации проявились в 2020–2021 гг. вследствие развернувшейся пандемии COVID-19 [64, 75, 86, 167, 189, 213].

1.3. Современные методы доказательства причинения вреда здоровью населения на популяционном уровне

В настоящее время большое внимание уделяется разработке и ведению мониторингов влияния факторов риска природной среды на здоровье человека и популяцию в целом. Изучение высокой распространенности факторов риска среди населения путем их мониторингования, связанных с различными социально-

экономическими, экологическими и другими условиями жизни, создающие проблемы здоровью нации, должны решаться совместными усилиями различных ведомств посредством организации благоприятной социальной и физической среды обитания человека [120]. Базируясь на данных существующих систем мониторинга, возможно научно обосновать приоритетную проблему и выделить комплекс ведущих факторов риска, неблагоприятно влияющих на состояние здоровья населения, к числу таких информационных массивов можно отнести Global Burden of Disease Study, Cancer Register, Росстат, РФС-ЕМИАС и другие. Так, в работе Н. Г. Халтаева, С.В. Аксельрод (2021), выполненной по статистическим данным ВОЗ, включающим 49 стран с разным уровнем дохода в 2000, 2010 и 2016 гг. указано: «Для достижения целей устойчивого развития ООН в области ХНИЗ к 2030 г. требуется изменение образа жизни с целенаправленным подходом к контролю ХОБЛ, бронхиальной астмы и гипертонической болезни. Для победы над раком легких необходимо усиление борьбы с курением, планомерно способствовать улучшению окружающей среды и здоровому питанию, повышать уровень физической нагрузки» [148].

Внедренные в практическую деятельность и постоянно совершенствующиеся подходы социально-гигиенического мониторинга (СГМ) рассматриваются как сложная система длительного наблюдения за изменениями показателей здоровья населения и среды обитания с целью выявления критических отклонений, требующих определенного вмешательства и осуществления социально-экономических и медико-профилактических мероприятий, эффективность которых оценивается по принципу обратной связи [114, 117]. С учетом выявленных факторов риска и их иерархии составляется целевая профилактическая программа, структурированная на разных уровнях управления. Сочетание системного подхода с эпидемиологическим методом образует «системный эпидемиологический подход», который является основным аналитическим инструментом СГМ [48]. Данный подход предполагает согласованное структурирование объекта исследования и методов его оценки.

Огромные информационные массивы статистических (эпидемиологических) данных, сложность связей элементов в санитарно-эпидемиологических и медико-экологических системах не позволяет решать задачи по выбору комплекса мероприятий по сохранению популяционного здоровья и улучшения качества жизни в рамках современных национальных проектов без использования математических и

информационных технологий [50, 146, 160]. Математические модели служат инструментом, позволяющим увязывать и согласовывать информацию различного содержания, что неизбежно в любых комплексных междисциплинарных исследованиях. Для изучения связи между факторами риска и исходами широко используются многомерные модели. С помощью математического моделирования динамических систем, учитывающего факторы окружающей природной, техногенной и социальной среды, определена оптимальная степень загрязнения атмосферного воздуха, которая позволит обеспечить фоновый уровень заболеваемости различных групп населения в промышленных центрах Сибири [46, 98]. Yusuf S. et al. на примере модели слабости Кокса рассмотрели связи в системе популяционное здоровье – среда, изучив несколько блоков: поведенческие факторы (употребление табака, алкоголя, рацион питания, физическую активность, потребление соли), метаболические факторы (диабет, ожирение, артериальная гипертензия, липидемия), социально-экономические и психосоциальные факторы (образование, симптомы депрессии), загрязнение окружающей среды и др. [237]. В выводах данного исследования отмечено, что случаи заболеваний и смерти в общей исследуемой популяции относятся к модифицируемым при изменении интенсивности воздействия факторов риска.

Апробация новых подходов к комплексной оценке потенциальных пределов управляемости показателями здоровья показана в работе Н. В. Зайцевой и др. (2021). С помощью системы моделирования причинно-следственных связей «медицинская деятельность – заболеваемость – смертность» на основе корреляционно-регрессивного метода и факторного анализа были получены оценки потерь здоровья и выделены приоритетные деятельности системы здравоохранения [52]. Трёхэтапный анализ данных СГМ с использованием методов кластерного анализа и оценки относительного риска позволил выявить на территории Прибайкалья две приоритетные группы, относящиеся к зонам риска: во-первых, промышленные центры с накопленным техногенным воздействием, где фиксируются наиболее высокие уровни и темпы роста показателей заболеваемости, болезненности и смертности от ЗНО; во-вторых, северные районы, характеризующиеся максимальными уровнями и резким увеличением изученных индикаторов [45].

Вместе с тем при оценке риска здоровью населения малонаселенных мест, отсутствие надежных методов количественной оценки воздействия поллютантов усложняет задачу изучения их влияния на популяционное и индивидуальное здоровье [127, 207]. В отдельных работах авторы используют результаты наблюдения качества воздуха на постах, которые располагаются в более густонаселенных районах, однако, по мнению Landis J.с соавт., популяции на удаленных территориях могут различаться по другим внешнесредовым условиям [200]. Кроме того, для оценок загрязнения применяют расчетные модели химического переноса (например, Fadadu R.P. et al., Gan R.W. et al.; Krstic N., Henderson S.B.) [182, 184, 199]. Математические модели переноса и рассеивания примесей дают представление о пространственном и временном распределении поллютантов, что особенно важно для регионов Канады, США, СФО Российской Федерации, где нет постоянного наблюдения [177, 180, 200]. Но, по мнению Boutzis EI. et al; Gan R.W., et al.; Horb E.C., они могут содержать ошибки из-за неправильного выбора модели или входных переменных [177, 184, 190]. В связи с этим, для изучения зависимостей потерь здоровья от химического загрязнения объектов среды обитания целесообразно проводить ранжирование территорий и выбор модельных зон для исследований.

Внедрение ГИС-технологий в исследования не только по медицинской географии, но и в эпидемиологические, гигиенические проекты дает новые возможности анализа информации. С помощью геоинформационных систем пространственное распределение данных, в том числе по медико-демографическим показателям, позволяют визуально оценить и сравнить между собой различные территории, выявить зоны риска [196]. Выявление территорий риска возможно на основе методов кластерного анализа, с применением геоинформационных систем [49, 147, 170]. В работе О. В. Ушаковой и др. (2020), проведена с использованием кластерного анализа оценка потерь здоровья населения старшей возрастной группы Сибирского Федерального округа (СФО), позволившая выявить, что Республика Алтай и Тыва отличаются максимальной смертностью и инвалидностью на фоне минимальных ОПЖ и заболеваемости населения. В период пандемии метод картографии использовался достаточно широко [106, 234]. По мнению С. А. Тесленок, А. П. Муштайкина (2022), визуализация информации при помощи карт и их публикация на онлайн-порталах позволит лицам, принимающим управленческие

решения, в том числе в рамках СНГ, ЕАЭС и других интеграционных объединений, внедрять наиболее эффективные практики для снижения медико-социальных и экономических потерь от COVID-19 [142].

РЕЗЮМЕ: В результате проведенного анализа научной литературы, посвященной изучению влияния различных внешнесредовых факторов на смертность населения установлено следующее: зависимость уровня смертности населения от возрастного состава популяции не вызывает сомнений; к числу приоритетных факторов, определяющих рост коэффициента смертности, относятся неблагоприятные социально-экономические условия, увеличение доли населения, образ жизни которых не соответствует принципам самосохранительного поведения; потребность в высококвалифицированных медицинских кадрах растет в геометрической прогрессии, а ее удовлетворение отстает катастрофически. Ряд исследователей, на основе математических моделей показали влияние на состояние здоровья популяций рост техногенной нагрузки на население, в первую очередь, загрязнение атмосферного воздуха твердыми частицами, в крупных промышленных регионах. Однако оценки влияния комплекса факторов проведены преимущественно на уровне стран, макрорегионов и регионов (субъектов РФ), что ограничивает применение результатов в связи с неравномерностью внешнесредовых условий на больших территориях. Кроме того, для малонаселенных регионов мониторинг ряда факторов (в частности загрязнения атмосферного воздуха) не проводится, а расчеты рассеивания примесей не всегда дают надежный результат.

Указанное определяет необходимость проведения исследований по ранжированию территорий регионов и выбору зон реализованного риска с учетом доступности репрезентативной информации. Кроме того, детального анализа зависимости смертность населения от комплекса изменяющихся факторов с учетом вклада риск-модифицирующего высокоинтенсивного воздействия биологического стрессора (пандемии COVID-19), на промышленных территориях со средним уровнем показателя не проводилось. Недостаточно разработаны теоретико-методологических подходы для проведения объективной гигиенической оценки роли факторов среды обитания и факторов образа жизни в генезисе избыточной смертности населения.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Диссертационная работа выполнена на базе лаборатории эколого-гигиенических исследований федерального государственного бюджетного научного учреждения «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» в рамках НИР «Разработка подходов к оценке риска потерь здоровья населения, обусловленных воздействием экологических и социальных факторов (на примере территории Сибири)» (тема № FGMW-2022-0001) в части программы приоритетных направлений фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021-2030 годы РАН - п. 3.4.1. «Разработка технологий здоровьесбережения».

Исследование проводилось в Иркутской области, для которой характерны: большая территория; выгодное географическое положение; резко континентальный климат; колоссальный природно-ресурсный потенциал; высокая плотность промышленно-энергетических объектов, которые в совокупности создают условия для проживания населения.

Комплексное исследование проведено на основе методологии системного анализа и оценки рисков причинения вреда здоровью населения.

2.1. Объекты, объем и дизайн исследования

Объект исследования - условия среды обитания (природные и антропогенные) и смертность населения Иркутской области.

Предмет исследования - ассоциированность общей смертности населения с изменением факторов среды обитания.

Исследование ретроспективное, включает анализ данных за 2011–2022 гг. Исходя из целей и задач диссертационной работы, применялся комплекс методов: гигиенический, эпидемиологический, аналитический, математико-статистический.

С помощью системы моделирования причинно-следственных связей «различные факторные риски (образ жизни, медицинские, загрязнение атмосферного воздуха) - смертность» получена оценка потерь здоровья населения.

Дизайн исследований представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Программа исследования

Объекты исследования	Методы исследования	Объем информации
I ЭТАП Характеристика уровня и динамики коэффициента общей смертности населения и факторов среды обитания на региональном уровне		
Медико-демографические показатели: смертность	Динамический, пространственно-временной и структурный анализ; сравнительный гигиенический анализ; кластерный анализ МО	26,6 тыс. ед. (60 показателей по 37 МО)
<u>Показатели санитарно-эпидемиологического благополучия МО:</u>	Динамический и пространственно-временной, сравнительный анализ, гигиеническая оценка физико-химических факторов среды обитания	<u>9,4 тыс. ед.:</u>
- содержание химических веществ в атмосферном воздухе, метеопараметры		0,2 тыс. ед.
- распространенность негативных факторов образа жизни		2,1 тыс. ед.
- первичная заболеваемость и распространенность социально-значимых заболеваний		6,0 тыс. ед.
- ресурсы здравоохранения		1,1 тыс. ед.
II ЭТАП Причинно-следственные связи факторов среды обитания с коэффициентом смертности населения по возрастным группам на муниципальном уровне		
Коэффициент общей смертности (суточная, недельная, месячная), общая инвалидность взрослого населения и внешние детерминанты по г. Братску	Динамический, структурный анализ, оценка сезонности	КС – 28,1 тыс. случаев, и 1994,2 тыс. ед. информации (суточных 7 показателей; годовых 12 показателей; 15 ингредиентов по 5 постам наблюдений загрязнения ГМС
Причинно-следственные связи факторов среды обитания с общим КС	Корреляционно-регрессионный анализ; факторный анализ; оценка	12 моделей

по г. Братску в фоновый период (2017 г.) и в пандемию (2021 г.)	риска смертности; математическое моделирование с получением прогнозных оценок	
---	---	--

ИО входит в состав СФО и занимает четвертое место по численности постоянного населения в округе. Общая площадь территории — 774,8 тысяч км² или 4,6% от площади РФ. Основная масса населения 77,5% проживает в городах, в сельской местности проживает 22,5% населения. Плотность населения низкая - 3,1 человека на 1 км², что в 2,8 раза меньше, чем в среднем по РФ (8,56 на 1 км²). Наибольшая плотность проживания в ИО - в районе крупных городов: Иркутск, Братск и Ангарск, самая низкая – на территориях Крайнего Севера и приравненных к ним районах. По состоянию на 01.01.2023 г. в ИО постоянная численность населения составила 2344,4 тысяч человек. В возрастной структуре населения ИО лица моложе трудоспособного возраста составляют 22,1%, трудоспособное население – 56,7%, старше трудоспособного возраста – 21,2%, процесс воспроизводства населения протекает по регрессивному типу [155].

2.2. Эпидемиологический анализ и оценка смертности населения

Оценка показателей, характеризующих медико-демографические процессы населения проведена с учетом современных методов доказательной медицины. При анализе смертности населения учтены 401856 случаев смерти всего населения, в том числе 212503 случая у мужчин и 189353 случая у женщин. Изучены данные, представленные в ФФСН № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», № 30 «Сведения о медицинской организации», № 37 «Сведения о пациентах, больных алкоголизмом, наркоманиями, токсикоманиями» и в форме отраслевой статистической отчетности № 131 «Сведения о проведении профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения».

Оценка количественных потерь демографического потенциала вследствие смертности проведена на основе расчетов и анализа интенсивных (коэффициент общей смертности на 1000 соответствующего населения; коэффициент смертности по

причинам - на 100000 соответствующего населения), экстенсивных (удельный вес - %, темп прироста - %) и других общепринятых подходов, рекомендованных отечественными авторами [90, 99, 100].

Показатели смертности населения МО ИО, в соответствии с методикой качественной оценки Ноткина Е. Л., разделили на пять уровней: до 10 перцентиля - низкий, в пределах 10–25 перцентиля - ниже среднего, 25-75 перцентиля - средний, 75-90 перцентиля - выше среднего и более 90 перцентиля - высокий [112].

Сравнение показателей смертности населения Иркутской области проводилось с коэффициентами смертности РФ и СФО [35].

Динамику смертности населения описывали с помощью линейных и полиномиальных уравнений трендов с величиной достоверности аппроксимации. Структуру смертности населения по причинам смерти анализировали в соответствии с кодами Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем 10-й пересмотр.

В исследовании использованы полученные по запросу сведения Росстата о числе умерших за сутки в период 2017–2022 гг. с указанием причин смерти [36]. Для оценки влияния возраста на КС использовали следующее разбиение: 20–39 лет, 40–64, 65 и старше. Выбор возрастных групп был обусловлен необходимостью баланса между двумя факторами: первый – существенно более низкий уровень смертности в младших возрастных группах делал необходимым для корректного проведения статистического анализа включение в группу бóльший возрастной диапазон, второй – необходимость детально проанализировать влияние загрязнения на смертность в зависимости от возраста. Поскольку, по данным ВОЗ, загрязнение атмосферного воздуха в наибольшей степени влияет на смертность от ишемической болезни сердца, рака легкого и хронической обструктивной болезни легких [58], то в данное исследование были включены следующие причины смерти от неинфекционных заболеваний: в классе БСК учтены коды причин смерти МКБ-10: I10-I69 (ишемическая болезнь сердца, инфаркт, цереброваскулярные заболевания), в группе ЗНО - коды C00–C97, БОД - коды J00–J99. В период 2020–2022 гг. учтены коды U.07 (использования в чрезвычайных условия (COVID-19)).

Для детального изучения динамики смертности населения г. Братска использовался метод - декомпозиции, который позволил последовательно разделить

среднегодовые показатели всего населения на среднемесячные, средненедельные и суточные с учетом половозрастных характеристик.

2.3. Гигиеническая оценка условий среды обитания населения и медико-социальных характеристик

Исследование проведено по показателям в разрезе 37 МО ИО. Были изучены медико-социальные показатели: КС населения (источник: Иркстатстат); общей заболеваемости и заболеваемости БСК, ЗНО (по данным ФФСН № 12); отягощенной наследственности ХНИЗ (БСК, ЗНО, ХОБЛ, СД), динамики доли лиц взрослого населения, прошедших диспансеризацию, нерационального питания, низкой физической активности, курение табака (ф. № 131); употребления алкоголя и наркотиков (ФФСН № 37); укомплектованности врачебными кадрами и обеспеченностью койками круглосуточного пребывания (ККП) (ФФСН № 30).

Оценка загрязнения атмосферного воздуха проведена по данным СГМ, включающим результаты наблюдения на постах мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Братске» и материалам, предоставленным информационным фондом ФГБУ «Иркутское управление гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» за 2017–2022 годы. В качестве максимальных концентраций по разовым пробам принята 95-я процентиль вариационного ряда за изучаемый период (2017–2022 гг.). Проведен анализ максимальных разовых, среднемесячных и среднегодовых концентраций аэрополлютантов и их сравнение с референтными концентрациями для хронического (RfCch) воздействия, приведенными в Р 2.1.10.3968-23. Рассчитаны индексы опасности для сердечно-сосудистых заболеваний ($HI_{бск}$), болезней органов дыхания ($HI_{бод}$). В качестве компонентов суммарных индексов опасности рассмотрены: для $HI_{бск}$: $PM_{2,5}$, PM_{10} , оксид углерода, диоксид серы, бензол, фенол; для $HI_{бод}$: $PM_{2,5}$, PM_{10} , оксид углерода, диоксид серы, формальдегид, диоксид азота, гидрофторид, твердые фториды, фенол; ICR: безапирен, формальдегод, бензол, этилбензол, углерод черный. В качестве природных факторов среды обитания рассмотрены суточные, месячные и годовые метеопараметры: температура, относительная влажность атмосферного воздуха, атмосферное давление, скорость ветра. На основе указанных параметров рассчитан

потенциал загрязнения атмосферного воздуха [12]. Динамика среднемесячных концентраций и коэффициенты смертности оценена по индексу сезонности (ИС). Оценка различий максимального из ИИ со средним за период уровнем рассчитывали по формуле (1) для вычисления вероятности того, что нормально распределенная случайная величина меньше рассматриваемого значения [27]:

$$t = (ИИ_{\text{сред}} - ИИ_{\text{макс}}) / \delta(ИИ_{\text{сред}}) \quad (1),$$

где $ИИ_{\text{сред}}$ – среднемесячный ИИ; $ИИ_{\text{макс}}$ – максимальный ИИ; $\delta(ИИ_{\text{сред}})$ – стандартное отклонение среднемесячной величины ИИ.

Для оценки характеристик климатогеографических условий среды обитания по температуре атмосферного воздуха разделяли на периодам (°С): холодный, переходный и теплый. Средние за изучаемый период индексы загрязнения атмосферы (ИЗА), рассчитывали, согласно РД 52.04.188–89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» по всем контролируемым на постах наблюдения УГМС веществам.

2.4. Оценка вариативности факторов среды обитания

В качестве модельного города для изучения вклада загрязнителей атмосферного воздуха выбран г. Братск, входящий в федеральный проект «Чистый воздух» национального проекта «Экология» с 2019 года². В связи с размещением на территории города крупных стационарных источников выбросов: предприятий лесохимической промышленности, теплоэнергетики, производства алюминия Братск постоянно входит в список наиболее загрязненных городов России. Среднегодовая численность населения города находится в изучаемый период находилась в пределах 230 тыс. человек, что позволяет получить репрезентативные уровни смертности населения. Количество вредных веществ, попавших в атмосферный воздух в расчете на одного жителя в Братске 2017–2022 годы составила порядка 500 кг/чел.

Для изучения системы «среда обитания – здоровье населения» (СО – ЗН) г. Братска были выбраны 25 показателей за 2011–2021 гг.: 2 – по характеристике загрязнения атмосферного воздуха; 3 – по климату; 7 – социально-экономических показателей; 6 – по образу жизни; 7 показателей здоровья населения (таблица 3).

² <https://www.mnr.gov.ru/activity/clean-air/bratsk/>

Оценку вариативности провели следующим образом. Во-первых, проведен описательный анализ данных, которые представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (Me, IQR). Для каждого из представляющих интерес параметров среды обитания вариативность характеризовали с помощью стандартного отклонения показателей в течение 11 лет, среднегодовых темпов прироста/снижения (Тпр) и коэффициентов вариации (KV).

Таблица 3 - Перечень показателей среды обитания и показателей популяционного здоровья населения г. Братска с условными обозначениями

Группа показателей	Наименование показателя
Загрязнение атмосферного воздуха	объем валовых выбросов, тыс. т/год
	интегральный показатель загрязнения атмосферы "Р"
Климатические параметры	атмосферное давление, мм. рт. ст.
	относительная влажность, %
	среднегодовая температура, градус Фаренгейта ° F
Социально-экономические показатели	среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников, занятых на крупных и средних предприятиях, руб.
	общая площадь жилых помещений на 1 чел., м ²
	обеспеченность врачами на 10 тыс. населения
	укомплектованность врачебными кадрами физлиц к штатным (%)
	обеспеченность койками круглосуточного пребывания на 10 тыс. населения
	объем инвестиций в основной капитал, за исключением бюджетных средств, на 1 чел., руб.
	полная учетная стоимость основных фондов предприятий
Медико-социальные показатели	встречаемость факторов риска ХНИЗ (отягощенная наследственность БСК, ЗНО, ХОБЛ, СД) * на 100 чел. прошедших диспансеризацию
	распространенность оптимального питания на 100 чел. прошедших диспансеризацию
	распространенность табакокурения на 100 чел. прошедших диспансеризацию
	достаточная физическая активность
	распространенность избыточного потребления алкоголя на 100 чел. прошедших диспансеризацию
	распространенность потребления наркосодержащих веществ на 100 чел. прошедших диспансеризацию
	коэффициент смертности на 1000 чел.
	общая заболеваемость на 100 тыс. чел.
	общая заболеваемость злокачественными новообразованиями на 100 тыс. чел.

	общая заболеваемость болезнями системы кровообращения на 100 тыс. чел.
	общая заболеваемость болезнями органов дыхания на 100 тыс. чел.
	инвалидность детей на 1000 чел.
	инвалидность взрослых на 1000 чел.

*ХНИЗ – хронические неинфекционные заболевания; БСК – болезни системы кровообращения, ЗНО – злокачественные новообразования, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких, СД – сахарный диабет

В связи с небольшим числом наблюдений (11 лет) для выбора показателей вариативности для оценки изменения социально-гигиенической ситуации использованы иерархический метод кластерного и тест Спирмена для корреляционного анализа.

Во-вторых, дана оценка вариативности показателей по наиболее информативным характеристикам. Для оценки степени разнообразия использовали следующие градации: $KV < 16,7\%$ - незначительная вариативность; $33,3 > KV \geq 16,7\%$ - слабая; $50 > KV \geq 33,3\%$ - умеренная; $66,7 > KV \geq 50,0\%$ - заметная вариативность [119]. Все показатели разделены на 2 группы по критериальному значению среднегодового темпа прироста/снижения в $\pm 3,0\%$. Далее проведена группировка показателей по коэффициенту вариации. Кроме того, для оценки изменчивости показателей использовался графический метод и полиномиальные уравнения с коэффициентами аппроксимации (R^2).

2.5. Математико-статистические методы

Статистическая обработка материалов выполнена на персональном компьютере с использованием стандартных программных средств Microsoft Excel 2011 (с пакетом Visual basic), пакета «Statistica 10.0».

Использованы методы описательной статистики, кластерный, корреляционно-регрессионный методы анализа.

По результатам кластерного анализа были выявлены территории риска по уровню смертности, рассчитаны средние для каждого кластера по каждому фактору. При попарном сравнении характеристик пяти кластеров использован критерий статистической значимости различий $p < 0,005$.

Показатели, характеризующие кластеры, рассчитаны с учетом параметров образа жизни (неоптимальное питание, низкая физическая активность, употребление

табака, на 1000 соответствующего населения), распространенность наркомании и алкоголизма (на 100000 соответствующего населения); распространенность ХНИЗ - на 1000 взрослого населения; доли прошедших диспансеризацию из числа подлежащих и укомплектованности врачами; болезненность БСК и ЗНО рассчитана на 100000 всего населения; обеспеченность ККП – на 10000 всего населения.

При проверке изучаемых показателей методом Шапиро-Уилка установлено, что часть из них не имели нормального распределения. В связи с указанным в работе использовались как параметрические, так и непараметрические методы исследования. Методы описательной статистики включали: медиану (Me) как показатель центра распределения значений; коэффициент вариации; нижний и верхний квартили (Q1-Q3) как показатели разброса её значений; минимальное и максимальное значения; при нормальном распределении среднее отклонение. Для оценки значимости различий КС в зависимости от сезона года использовался t-критерий Стьюдента, критический уровень значимости $p < 0,017$. Динамика коэффициентов смертности оценена по индексу сезонности [133].

Критический уровень статистической значимости различий для попарного сравнения индекса опасности здоровью населения при хроническом ингаляционном воздействии по кластерам оценивали при помощи непараметрического статистического U-критерия Манна Уитни, использующегося для сравнения выраженности показателей в двух несвязных выборках ($p < 0,0051$). Для оценки различия при попарном сравнении уровня индекса опасности для населения МО, на которых контролируется загрязнение атмосферного воздуха, сравнивали средние значения в трёх и более выборках с помощью критерия Краскела-Уоллиса.

Для изучения различий между категориальными переменными в целях оценки степени соответствия между ожидаемыми и наблюдаемыми результатами использован непараметрический метод критерия согласия χ^2 . С целью определения статистической значимости различий среднегодовых показателей при сравнении несвязанных совокупностей использовался t – критерий Стьюдента. Связи между изучаемыми признаками оценивались с помощью рангового корреляционного анализа Спирмена (r_{sp}), за критерий статистической значимости принят уровень $p < 0,05$.

Комплексное воздействие риск-индуцирующих факторов оценивался на основе

оригинальных многофакторных математических моделей, разработанных сотрудниками ФГБУН ИДСТУ СО РАН (д.т.н. Горнов А. Ю., к.т.н. Зароднюк Т. С.) при непосредственном участии автора. На основе модели проведены численные эксперименты, которые послужили базой для разработки мер, направленных на минимизацию риска необратимого вреда здоровью, в том числе в условиях воздействия дополнительного биологического стрессора - новой коронавирусной инфекции.

Исследование включало два этапа. На первом изучены повозрастные показатели смертности в фоновый период и период пандемии новой коронавирусной инфекции. В качестве фонового на основе проведенных ранее собственных результатов [48] и данных, ряда исследователей [6, 91] выбран 2017 год. В связи с некоторым отставанием развития пандемии на территории Иркутской области в качестве периода влияния новой коронавирусной инфекции рассмотрен 2021 год. Число умерших составило в 2017 году 1417 случаев, в 2021–2008 случаев. В связи с относительно небольшой численностью населения и малым количеством смертей по причине БСК, особенно в ранних и средних возрастах, для получения репрезентативных данных вариационный ряд возрастов был сгруппирован следующим образом: до года; 1-4 года, 5-9 лет, 10-19 лет ...70-79 лет, 80 и старше. Для расчета интенсивных показателей использовали среднегодовую постоянную численность населения г. Братска за 2017 г. (229286 чел.) и за 2021 г. (222528 чел.).

Задачей первого этапа исследований было выявление возрастных групп риска, с этой целью по формуле (2) проведена аппроксимация фактических данных по смертности от БСК с помощью модели экспоненциального типа:

$$y = \beta \cdot e^{\alpha x}. \quad (2),$$

где y – повозрастной коэффициент смертности, x – возраст, β – константа тренда, которая показывает тенденцию возрастания уровней y при изменении x . Коэффициенты α, β находились методом наименьших квадратов – путем минимизации суммы квадратов отклонений расчетных данных от фактических. Программная реализация алгоритма выполнена на языке «С» в рамках программного комплекса OPTCON [183], ориентированного на численное исследование широкого класса задач оптимизации. При расчетах и графическом представлении результатов,

по оси абсцисс использовали среднее значение диапазона (например, для возрастной группы «до года» $x = 0,5$; «1–4 года» $x = 2$; «5–9 лет» $x = 7,5$; «10–19 лет» $x = 14$ и т.д.).

Качество аппроксимации оценивалось по коэффициенту детерминации (R^2), ошибки аппроксимации (A) и среднему коэффициенту эластичности (E). За среднюю величину x приняли 36,5 года. Построение графиков осуществлялось с использованием встроенных возможностей электронных таблиц MS Excel.

На втором этапе проведен расчет избыточной смертности от БСК, связанной, во-первых, с влиянием суммы факторов, и, во-вторых, с воздействием аэрополлютантов, тропных к системе кровообращения, в старшей возрастной группе (группе риска) в период пандемии. В настоящее время на территории Братска осуществляется мониторинг трех ингредиентов, для которых доказано негативное действие на сердечно-сосудистую систему: PM10, CO, гидроксибензол. Расчеты проведены согласно Руководству Р 2.1.10-3968-23³, исходя из представления о бинарности явления смертности по уравнению логистической регрессии. Уровень риска здоровью населения оценивали, как настораживающий, если коэффициент опасности (HQ), рассчитанный как кратность среднегодового содержания аэрополлютантов к величине референтной концентрации, находился в пределах 1,1–2,9; как высокий - при $HQ \geq 3$. Расчет вероятности дополнительных случаев смерти, связанных с экспозицией, проведен по формуле (3) вида:

$$\Delta p_i = \frac{1}{1+e^{-\alpha i + \beta \cdot C_i}} - \frac{1}{1+e^{-\alpha i + \beta \cdot RfC_i}} \quad (3),$$

где α, β – коэффициенты, C_i – среднегодовое содержание i -го вещества в атмосферном воздухе, RfC_i – референтная концентрация для хронического ингаляционного действия i -го вещества. Величины α, β определены по регрессионным уравнениям, описывающим зависимость коэффициентов смертности от расчетных концентраций PM10, за период 2000–2019 годы. Так как мониторинг PM10 в Братске до 2020 года не проводился, среднегодовое содержание PM10 принято, как 55% от концентрации взвешенных веществ, согласно Р 2.1.10.3968-23.

Изучена линейная регрессионная модель зависимости смертности от факторов среды обитания. В качестве предикторов рассмотрена частота неблагоприятных явлений в течение месяца (%). Перепады атмосферного давления учтены за три

³ Р 2.1.10.3968-23 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания»

периода: с 07.00 до 19.00 (день), с 19.00 до 07.00 (ночь), за 24 часа (сутки). Патогенность погоды за сутки оценивалась по индексу, согласно методике Г. Д. Латышева, как комфортная, некомфортная и опасная [81]. Для характеристики загрязнения атмосферного воздуха рассчитаны коэффициенты опасности по приоритетным для изучаемого города поллютантам: взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, твердые фториды, фторид водорода, формальдегид, бенз(а)пирен. Для характеристики уравнений регрессии использованы скорректированные коэффициенты аппроксимации (R^2), статистическую значимость оценивали с помощью F-критерия Фишера и считали таковой при $p < 0,05$.

В целях расширения возможностей обоснования мер управления риском смертности населения, использовали средние коэффициенты эластичности (E_i) для уравнения множественной регрессии, которые определяли по формуле (4):

$$E_i = b_i \frac{\bar{X}_i}{\bar{Y}} \quad (4),$$

где b_i – коэффициент чистой регрессии для соответствующего фактора X_i , $\bar{X}_i$ – средний фактор среды, $\bar{Y}$ – среднее число умерших за месяц [110].

По E_i проводили оценку, насколько процентов увеличится смертность населения с увеличением фактора среды на 1% от своего среднего уровня при фиксированном положении других факторов модели. Если $E_i < 1$, то его влияние на результативный признак $\bar{Y}$ незначительно. Средние коэффициенты эластичности сравнивали друг с другом и использовали для ранжирования факторов по силе их влияния на смертность населения. Чем больше величина E_i средн., тем сильнее влияет фактор X_i на результат Y .

Проведен факторный анализ методом главных компонент с варимаксным вращением массива данных по промышленным центрам, вошедшим во второй кластер, сформированный по величине КС, (гг. Ангарск, Братск, Саянск, Усть-Илимск, Шелехов). Сельские территории, вошедшие в данный кластер, не включены в информационную базу в связи с отсутствием мониторинга за некоторыми показателями. Для выявления основных факторов, влияющих на среднегодовой уровень коэффициента смертности, рассмотрены: среднегодовые параметрах среды обитания: температуре воздуха ($^{\circ}\text{C}$), загрязнении атмосферного воздуха (НП); характеристиках обеспеченности и доступности системы здравоохранения

(обеспеченность стационарными койками, на 10000 чел.; обеспеченность врачами, на 10000 чел.; укомплектованность врачами,%; охват диспансеризацией,%), характеристиках популяционного здоровья (общая заболеваемость населения, инвалидность взрослого населения, на 1000 чел., распространенность факторов риска ХНИЗ, %), отдельных социально-экономических условиях (средняя заработная плата работающих, тыс. руб., жилая площадь в расчете на 1 чел.). Все изучаемые показатели проверены на нормальность распределения методом Шапиро-Уилка.

Для расчета дополнительных случаев смертности, ассоциированных с изучаемыми детерминантами выполнено несколько итераций, были рассчитаны:

- удельный вес минимальной и максимальной величин КС от среднего уровня i -го фактора по формуле (5), %:

$$\text{Уд. вес } X_{i \text{ мин/макс}} = ((X_{i \text{ сред}} - X_{i \text{ мин (макс)}}) / X_{i \text{ сред}}) \times 100 \quad (5),$$

- дополнительная смертность U_i в процентном выражении, обусловленная i -ым фактором, формула (6):

$$\text{процент } U_{i \text{ мин/макс}} = KЭ \times \text{Уд. вес } X_{i \text{ мин/макс}} \quad (6),$$

- коэффициенты смертности, ассоциированные с i -го фактором при сохранении на среднем уровне всех остальных рассмотренных факторов, формула (7):

$$КС_i = КС_{\text{сред}} + (КС_{\text{сред}} \times \text{процент } U_i \times 0,001) \quad (7),$$

- количество дополнительных случаев смерти U_i , обусловленные i -ым фактором по формуле (8):

$$\text{число случаев}_i = (КС_i - КС_{\text{сред}}) \times \text{численность населения} \quad (8).$$

Суммируя число дополнительных случаев от каждого из рассматриваемых предикторов определено общее количество случаев смерти, ассоциированное с внешними детерминантами ($\sum \text{Число случаев}_i$). Считается, что для анализа результата прогнозирования предпочтительнее давать интервальную оценку, так как вероятность осуществления точечного прогноза невелика [232]. Доверительный интервал прогноза можно представить следующим образом:

$$Y_{n-m*t} \leq Y_n \leq Y_{n-m*t} \quad (9),$$

где Y_n – прогнозный уровень смертности, программного средства «Statistica»,

t - критерий статистической значимости, принят как 1,96, при котором вероятность того, что фактический уровень попадет в 95 процентный доверительный интервал.

ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2011–2022 ГОДЫ

Проблема борьбы со смертностью является особенно актуальной как в России, так и за рубежом в связи с высоким ее уровнем [10, 71, 208]. Изучение динамики смертности населения дает необходимую информацию для поиска резерва ее снижения. БСК и ЗНО являются главными причинами смерти населения в глобальном масштабе. По мнению Н. В. Зайцевой, Д. А. Кирьянова, М. Р. Камалтдинова и других, «...их изучение является необходимым инструментом для подбора оптимальной программы мероприятий по сокращению смертности населения с учетом времени достижения эффекта» [52].

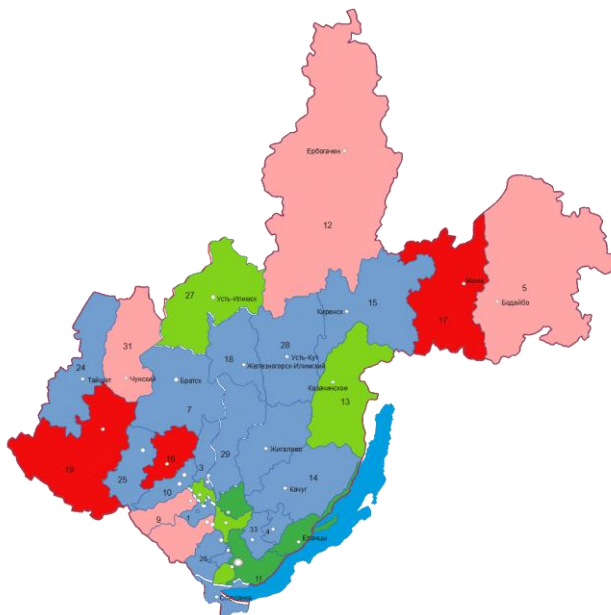
3.1. Уровень общей смертности населения Иркутской области

Среднее значение КС ИО за период 2011–2022 гг. составляет 14,0‰. Для сравнения КС населения ИО на основе данных о величинах КС в субъектах РФ (2011–2022 гг.) рассчитаны интервалы для качественной оценки смертности. Шкала имеет следующий вид: низкий уровень - менее 8,70‰, ниже среднего – 8,71–11,29‰, средний – 11,30–14,19‰, выше среднего – 14,20–15,15‰, высокий – более 15,16‰. Среднеобластной показатель (14,0‰) входит в средний уровень шкалы смертности населения РФ, однако он выше на 4,5% КС РФ (13,4‰). Самая низкая смертность зафиксирована в Иркутском районе (9,2‰), расположенном вблизи от областного центра, а самая высокая (19,4‰) – в северном Мамско-Чуйском районе, находящимся в 832 тыс. км от г. Иркутска.

Для определения качественной характеристики уровня КС населения ИО 37 МО региона разделены на пять уровней: низкий (менее 12,1‰), ниже среднего – (12,15–13,19‰), средний – (13,20–16,56‰), выше среднего – (16,57–18,11‰) и высокий – (более 18,12‰) (рисунок 1).

«Низкий» уровень смертности населения объединил четыре МО: г. Иркутск – административный и промышленный центр области, с уровнем смертности 12,1‰, Иркутский, Осинский и Ольхонский районы. Данный уровень смертности населения ниже среднеобластного значения на 13,3%. Второй уровень смертности с

показателями «ниже среднего», отмечен в 6 МО, из которых 3 территории Усть-Ордынского округа, где отсутствует промышленное производство, а также два города с различным промышленным комплексом: Усть-Илимск (12,8‰) и Шелехов (13,2‰).



● низкий - менее 12,14 ‰, ● ниже среднего - 12,15–13,19‰, ● средний - 13,20–16,56‰, ● выше среднего - 16,57–18,11‰, ● высокий - более 18,12‰

Рисунок 1 - Уровень смертности населения Иркутской области по среднему значению 2011–2022 гг. (число умерших на 1000 всего населения)

«Средний», самый многочисленный уровень (13,20–16,56‰) смертности объединяет 36 МО с различной удаленностью от областного центра. Среди них пять северных территорий: Киренский (16,36‰), Братский (15,96‰), Нижнеилимский (15,7‰) и Усть-Кутский (15,1‰) районы и г. Братск (14,32‰) и шесть промышленных городов. Четвертый уровень смертности с показателями «выше среднего» (от 16,57 до 18,11‰), характерен для 6 территорий: города Черемхово (17,60‰) и Свирск (18,11‰), две северные территории (Бодайбинский (16,7‰) и Катангский (16,6‰) районы). В пятый, с «высоким» уровнем (более 18,12‰) смертности населения входят три района, один из которых расположен на севере.

Отметим, что интервалы смертности населения ИО каждой градации

превышают таковые по РФ: низкий уровень – на 39,5%, ниже среднего и средний – на 16,7%, выше среднего и высокий – на 19,5%.

3.1.1. Динамика общей смертности населения Иркутской области

При изучении динамики КС населения ИО за 2011–2022 гг. прослеживается постепенное снижение с 2011 г. (14,0‰) по 2019 г. (13,2‰) (рисунок 2). Однако с 2020 г. отмечается резкий подъем смертности с пиковым значением 17,7‰ в 2021 г. и спадом к 2022 г. до 14,1‰. Рост уровня смертности в 2020–2021 гг. объясняется неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в ИО, связанной со вспышкой новой коронавирусной инфекции COVID-19. Тренды смертности населения ИО и РФ идентичны в изучаемый период. Уровни смертности населения ИО и РФ за каждый год изучаемого периода оцениваются как средние, кроме 2021 г., когда КС составил 17,7‰ и 16,8‰ соответственно и оценивался как высокий.

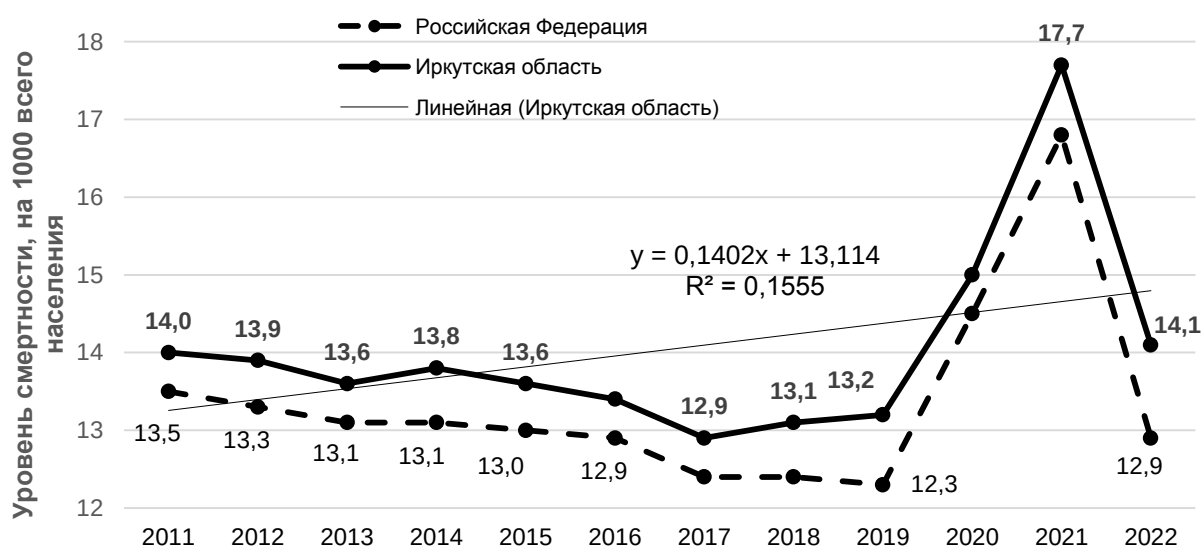


Рисунок 2 - Динамика показателей коэффициента общей смертности в Российской Федерации и Иркутской области в период 2011-2022 гг. , ‰

Между тем, очевиден стабильно более высокий уровень региональной смертности в сравнении с федеральным на протяжении 12 лет. За 2022 г. как по области, так и по РФ уровень смертности оценивается как средний (ИО – 14,1‰, что на 9,3% выше общей смертности в (12,9‰). Минимальное различие между КС ИО и РФ зафиксировано в 2020 г. (3,4%), а максимум - в 2022 г. (9,3%).

Уравнение линейной регрессии: $y = 0,1402x + 13,114$ с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,1555$ недостаточно полно отражает динамику смертности населения за весь изучаемый период в 12 лет. Для более детального изучения данного тренда и, учитывая влияние пандемии COVID-19, мы разделили изучаемый период на два: 2011–2019 гг. и 2020–2022 гг. и описали динамику смертности с помощью полиномиальных уравнений:

в 2011–2019 гг. $y = 0,0045x^2 - 0,1688x + 14,2$ ($R^2 = 0,806$)

в 2020–2022 гг. $y = -3,15x^2 + 12,15x + 6$ ($R^2 = 1$) (рисунок 3).

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что существенной причиной изменения тренда КС ИО, является пандемия COVID-19 в период 2020–2022 гг.

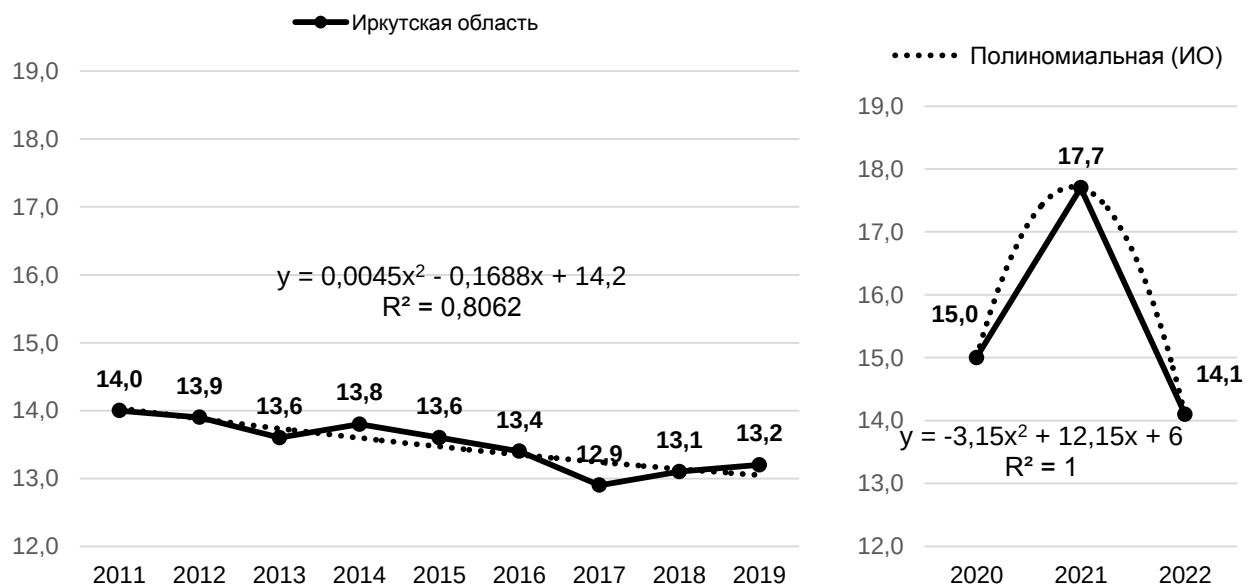


Рисунок 3 - Динамика показателей коэффициента общей смертности в Иркутской области в периоды 2011-2019 гг. и 2020-2022 гг., ‰

При рассмотрении КС ИО по полу заметно отличие данного показателя между мужчинами и женщинами за каждый год изучаемого периода: уровень смертности мужчин выше чем у женщин (рисунок 4). Уровень КС мужского населения можно оценить как средний (14,7–16,3‰) в период 2011–2019 гг. и высокий в 2020–2022 гг. с пиковым значением в 2021 г. – 18,5‰. У женщин низкий уровень КС (11,3–12,0‰) прослеживается в период 2011–2019 гг., средний в 2020 г. и 2022 г., а в 2021 г. – уровень смертности выше среднего (16,9‰).

За весь хронологический период с 2011 по 2022 гг. минимальный КС в ИО

регистрировался в 2017 г. (всего – 12,9‰, в том числе у мужчин 14,7‰ и у женщин 11,3‰). Максимальный уровень КС наблюдался в 2021 г. (всего -17,7‰, в том числе у мужчин 18,5‰ и у женщин 16,9‰). И в этом же году обозначилась минимальные гендерные различия (9,5%). Максимальный разрыв КС между мужчинами и женщинами произошел в 2013 г. При КС без резких подъемов и спадов в ИО (в среднем 13,6‰) наблюдается превышение показателя смертности у мужчин (16,1‰) на 38,8% над КС женщин (11,6‰).

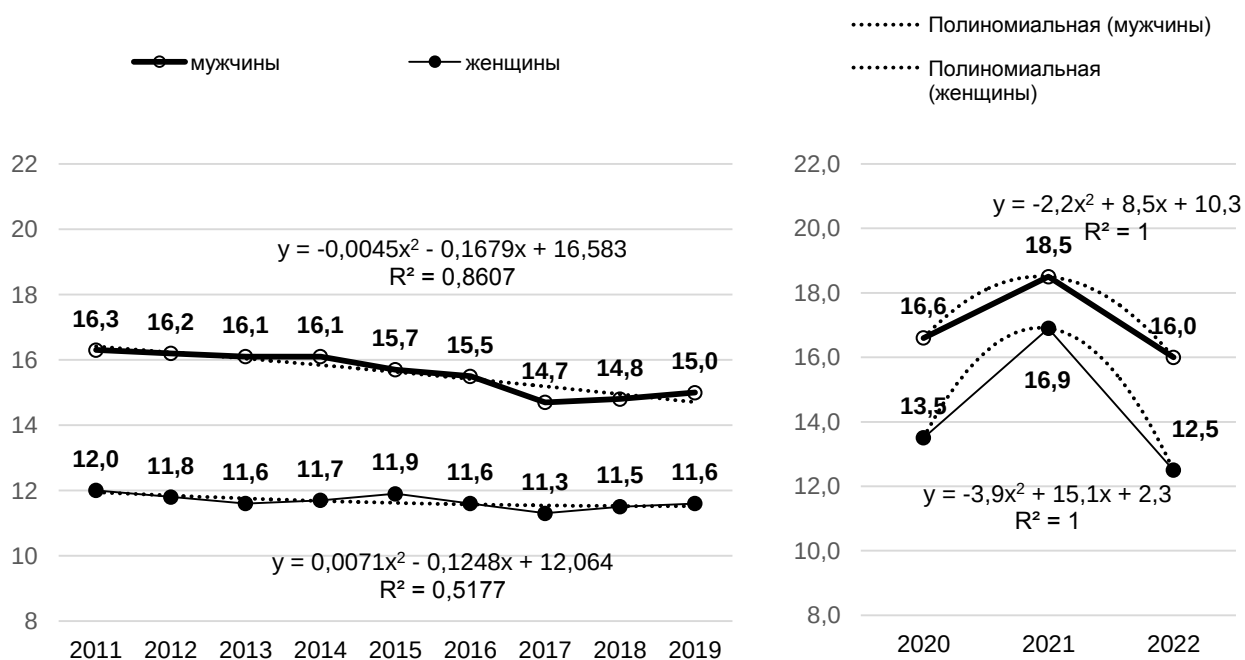


Рисунок 4 - Динамика показателей коэффициента общей смертности мужчин и женщин в Иркутской области в период 2011–2022 гг., ‰

Для детального рассмотрения КС у мужчин и у женщин, мы изучили в периоды 2011–2019 гг. и 2020–2022 гг. У мужчин более корректное описание динамики смертности достигается с помощью уравнения полиномиального тренда в период 2011–2019 гг.: $y = -0,0045x^2 - 0,1679x + 16,583$ с величиной $R^2 = 0,8607$, чем у женщин $y = 0,0071x^2 - 0,1248x + 12,064$, $R^2 = 0,5177$. В период 2020–2022 г. у лиц обоего пола величина коэффициента аппроксимации $R^2 = 1$, что отражает близость значений линии тренда к фактическим показателям смертности [15].

3.1.2. Структура причин смерти населения Иркутской области

За изучаемый период смертность по причинам распределилась по первым трем

ранговым местам: БСК (46,8%), ЗНО (14,6%) и «травмы, отравления и внешние причины» (10,6%). Рассматривая структуру смертности населения ИО в доковидном (2011–2019 гг.) и ковидном (2020–2021 гг.) периодах выяснилось, что доля причин БСК выше в первом периоде (49,7% в 2011–2019 гг. против 43,9% - в 2020–2022 гг.). Второе место в структуре смертности занимали ЗНО. При разделении данного показателя на периоды выяснилось, что в первый период удельный вес данной причины составил 15,4%, что больше на 12,4% второго периода (13,7%) (таблица 4). В период 2011–2019 гг. «травмы, отравления и внешние причины» смерти населения ИО занимали третье место, на данный класс приходится 12,2% от общего числа умерших. Болезни органов пищеварения (5,2%) – на четвертом месте, на пятом – некоторые инфекционные и паразитарные заболевания (4,9%).

Однако, в период 2020–2022 гг. причина смерти от COVID-19 с удельным весом 12,2% заняла третье место в структуре смертности населения ИО, тем самым сместив класс смертности от «травм, отравлений и внешних причин» в данный период на четвертое место (9,0% числа умерших). Отметим, что сравнение структуры смертности по классам БСК, ЗНО и «травмы, отравления и внешние причины» в изучаемые периоды не имеет статистически значимых различий ($\chi^2 = 0,147$, $p = 0,93$).

Пятое место в структуре смертности заняли болезни органов пищеварения (4,8%). Шестое ранговое место в структуре смертности в оба изучаемых периода занимают болезни органов дыхания с одинаковым удельным весом 4,5%. Также во втором периоде это место разделяет с классом «симптомы, признаки и отклонения от нормы» (4,5%), а в первом периоде данный класс на седьмом ранговом месте.

При сравнении числа умерших по пяти ведущим причинам смерти в изучаемые периоды в 2020–2022 гг. наблюдается статистически значимый рост на 8,5% (28470 чел. умерших в 2011–2019 гг., в период 2020–2022 гг. – 30879 чел., $\chi^2 = 1364,5$, $p < 0,001$); интенсивные показатели составили 1191,2 ‰ и 1302,9 ‰ соответственно ($p < 0,001$).

На сегодняшний день, по мнению Е. В. Усачевой с соавт., перед наукой и практикой стоит задача по изучению гендерных различий смертности населения [146]. В ИО среднее число умерших мужского пола за 12 изучаемых лет составило 17541 чел. и это на 10,0% больше умерших женщин.

Таблица 4 - Структура причин смерти населения Иркутской области в периоды 2011–

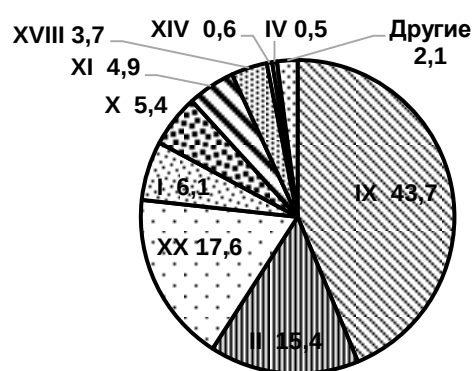
2019 гг. и 2020–2022 гг., %

МКБ-10	Причины смерти	2011– 2019 гг.	ранги	2020– 2022 гг.	ранги
IX (I00-I99)	Болезни системы кровообращения	49,7	1	43,9	1
II (C00-D48)	Новообразования	15,4	2	13,7	2
XIX (S00-T98) вкл. XX (V01-Y98)	Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	12,2	3	9,0	4
XXII (U00-U85)	Коды для особых целей (COVID-19)	0	0	12,2	3
XVIII (R00-R99)	Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках	4,3	7	4,5	6
XI (K00-K93)	Болезни органов пищеварения	5,2	4	4,8	5
I (A00-B99)	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	4,9	5	3,6	7
X (J00-J99)	Болезни органов дыхания	4,5	6	4,5	6
IV (E00-E90)	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	1,0	9	1,2	8
VI (G00-G99)	Болезни нервной системы	1,1	8	1,0	9
XIV (N00-N99)	Болезни мочеполовой системы	0,7	10	1,0	9
XVI (P00-P96)	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	0,4	11	0,2	10
XVII (Q00-Q99)	Врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения	0,3	12	0,2	10
XII (L00-L99)	Болезни кожи и подкожной клетчатки	0,1	13	0,1	11
XIII (M00-M99)	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	0,1	13	0,1	11
V (F00-F99)	Психические расстройства и расстройства поведения	0,1	13	0,1	11
III (D50-D89)	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	0,1	13	0,1	11

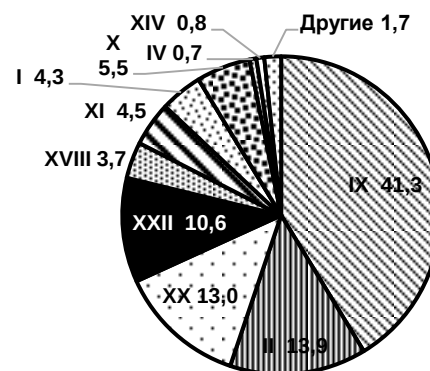
При разделении хронологического периода на: 2011–2019 гг., где в среднем за год умирало 17319 мужчин (15,6‰) и это было больше числа умерших женщин на 14,8% (15142 чел. или 11,7‰). За 2020–2022 гг. картина не изменилась и смертность

мужчин на 2,2% превалирует над женской.

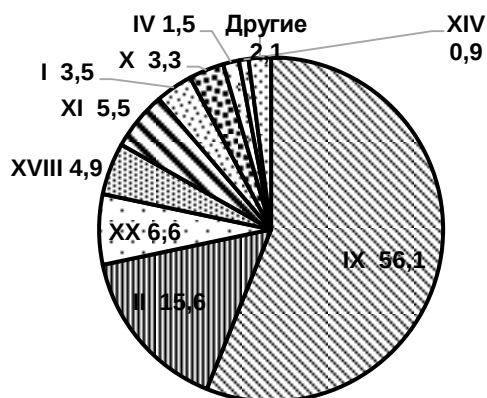
На рисунке 5 представлена структура смертности по полу в периоды 2011–2019 гг. и 2020–2022 гг. При изучении удельного веса в общей структуре смертности БСК (IX класс МКБ-10) занимают первое ранговое место у мужчин и у женщин в оба периода. Однако число умерших женщин более высокое, чем у мужчин в периоды 2011–2019 гг. и 2020–2022 гг.: на 28,4% и 12,8% соответственно.



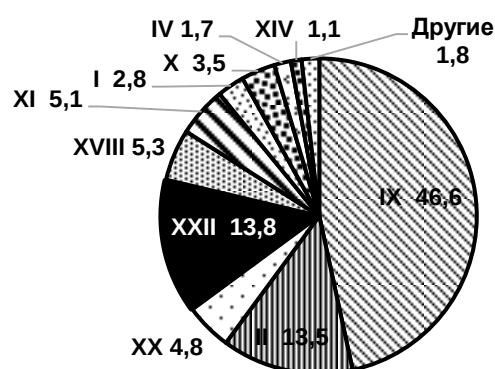
а)



б)



в)



г)

Рисунок 5 - Структура смертности населения Иркутской области в 2011-2022 гг. (%): а) мужского пола в 2011-2019 гг; б) мужского пола в 2020-2022 гг; в) женского пола в 2011-2019 гг; г) женского пола в 2020-2022 гг.

Примечание: I - некоторые инфекционные и паразитарные болезни; II - новообразования; IV - болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ; IX - болезни системы кровообращения; X - болезни органов дыхания; XI - болезни органов пищеварения; XIV - болезни мочеполовой системы; XVIII - симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках; XIX - «травмы, отравления и внешние причины»; XXII - коды для особых целей (COVID-19)

Смертность населения от ЗНО по полу не имеет различий (15,4–15,6%). Данная причина занимает второе ранговое место в структуре смертности женщин в первый и у мужчин - во второй периоды, а у мужчин первого и женщин второго периода занимает третье место. У мужчин в период 2011–2019 гг. третье место занимает класс – «травмы, отравления и внешние причины», с долей умерших 17,6%, а у женщин в период 2020–2022 гг. на втором месте занял COVID-19 с долей 13,8%. Четвертое и пятое ранговые места также имеет различия среди мужчин и женщин по времени. У мужчин в первый период на четвертом месте класс «некоторые инфекционные и паразитарные болезни» (6,1%), а на пятом (5,4%) причина смерти от болезней органов дыхания. У женщин в этот же период в структуре смертности населения четвертое место занимают болезни органов пищеварения с долей умерших 4,5%, пятое – «симптомы, признаки и отклонения от нормы» (3,7%). За период 2020–2022 гг. четвертое место с удельным весом в 10,6% занимает COVID-19, а у женщин «симптомы, признаки и отклонения от нормы» (5,3%). На пятом месте у мужчин с долей умерших 5,5% болезни органов дыхания, а у женщин болезни органов пищеварения (5,1%).

Превышение смертности мужского населения, над женским за весь исследуемый период происходит за счет «травм, отравлений и внешних причин», где доля умерших (16,4%) от данного класса в 2,7 раза больше умерших женского пола (6,1%) ($\chi^2=4,6$, $p=0,045$). В период 2020–2022 гг. был отмечен рост смертности у мужчин по классам заболеваний: органов дыхания (на 57,1%).

3.2. Кластеризация территории Иркутской области по коэффициенту общей смертности населения

Разброс КС по отдельным МО ИО достаточно велик за период 2011–2022 гг. (см. рисунок 1), что определило необходимость кластеризации МО по уровню КС (рисунок 6).

На основе анализа были выделены пять типов МО, с различными медико-статистическими потерями населения (таблица 5). Среди всех кластеров среднеобластному уровню соответствует КС во II кластере ($p=0,439$). Указанный кластер объединяет 7 МО, где проживает 680,0 тыс. населения, из которых 95% городское население молодых промышленных центров с развитой цветной

металлургией, нефте- и лесохимическими производствами. Ниже на 12% среднеобластного КС показатель в самом многочисленном V кластере ($p=0,000$). Отметим, что данный кластер включает административный центр области г. Иркутск (617 тыс. жителей) и сельские районы Усть-Ордынского бурятского автономного округа.

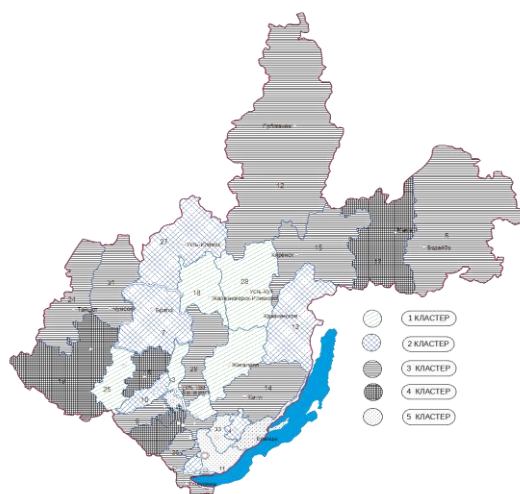


Рисунок 6 - Кластеризации территории Иркутской области по коэффициенту общей смертности населения за 2011-2022 гг.

Три другие кластера превосходят по уровню КС средний показатель по Иркутской области: I – на 14,7%, III – на 22,2%, IV - на 38,7 % (во всех случаях $p=0,000$). Вошедшие в данные кластеры МО представлены районами области и «старыми» городами. Сравнение кластеров по доле лиц старше трудоспособного возраста показало, что в V кластере этот показатель минимальный - 19,2%, статистически значимые различия выявлены с II (24,7%), III (24,9%) и IV (25,9%) кластерами. Рассмотрев коэффициенты вариации КС, установили, что наиболее близкие уровни КС наблюдались в I и III (2,4–2,6%) кластерах. В V кластере коэффициент вариации наибольший – 10,4%, что отражает его неоднородность.

Изучив Евклидово расстояние между кластерами, выяснилось, что наибольшие расстояния между кластерами IV и V =6,913, II и IV =5,039 и III и V =4.758 (таблица 5). Более близкие друг к другу находятся I и III =1,290, и I и II =1,846 [14]. Отметим,

что уровень смертности населения МО, вошедших в V кластер (сред. 11,7‰) относится к низкому уровню, а МО, вошедших в IV кластер (сред. 18,5‰) - к высокому уровню смертности населения. МО, входящие в I, II и III кластеры составляют средний уровень смертности.

Таблица 5 - Характеристика кластеров, сформированных по уровню коэффициентов общей смертности населения муниципальных образований Иркутской области [14]

Характеристики	Кластеры				
	I	II	III	IV	V
МО	г. Тулун, Балаганский, Жигаловский, Нижнеилимский, Аларский, Усть-Кутский районы	г. Ангарск, г. Братск, г. Шелехов, г. Саянск, г. Усть-Илимск, Баяндаевский, Казачинско-Ленский районы	г. Зима, г. Усолье-Сибирское, Бодайбинский, Братский, Заларинский, Катангский, Качугский, Киренский, Слюдянский, Тайшетский, Усть-Удинский, Чунский районы	г. Свирск, г. Черемхово, Куйтунский, Мамско-Чуйский, Нижнеудинский районы	г. Иркутск, Ольхонский, Боханский, Нукутский, Иркутский, Осинский, Эхирит-Булагатский районы
Евклидово расстояние	I=0 II=1,846 III=1,290 IV=3,347 V=3,695	III=2,929 IV=5,039 V=2,123	IV=2,238 V=4,758	V=6,913	
КС, средний (CI), ‰	15,3 (14,80-15,74)	13,5 (12,49-14,33)	16,3 (16,00-17,20)	18,5 (17,71-19,45)	11,7 (9,31-12,74)
Коэффициент вариации (CV), %	2,4	5,2	2,6	3,3	10,4
Статистическая значимость различий, p=	I-II=0,000 I-III=0,000 I-IV=0,000 I-V=0,000	II-III=0,000 II-IV=0,000 II-V=0,002	III-IV=0,000 III-V=0,000	IV-V=0,000	
Численность населения, тысяч человек (на 01.01.2022)	192,0	680,0	445,0	178,0	862,0
Доля населения в возрасте старше 60 лет, средний, %	22,6 (20,10-25,0)	24,7 (22,31-29,07)	24,9 (23,53-26,37)	25,9 (22,62-29,10)	19,2 (16,25-22,31)

Статистическая значимость различий, $p=$	$I-II=0,235$ $I-III=0,111$ $I-IV=0,123$ $I-V=0,086$	$II-III=0,858$ $II-IV=0,564$ $II-V=0,004$	$III-IV=0,586$ $III-V=0,000$	$IV-V=0,003$	
--	--	---	---------------------------------	--------------	--

Примечание: уровень статистической значимости различий $p < 0,005$ (критерий Стьюдента)

Таким образом, установлено, что средний уровень смертности населения ИО за 2011–2022 гг. выше российского уровня на 4,5%. КС населения на территории ИО характеризуется значительной вариабельностью, что определило необходимость кластеризации МО по уровню КС. Выделены пять кластеров, статистически значимо различающихся по величине изучаемого показателя. Среди всех кластеров среднему уровню КС соответствует в I, II и III кластерах. Низкий уровень КС выявлен в V кластере, а высокий - в IV кластере. Пик максимального значения КС наблюдался в 2021 г., обусловленный пандемией COVID-19 (всего -17,7‰, в том числе у мужчин 18,5‰ и у женщин 16,9‰).

В период 2011–2022 гг. уровень смертности мужского населения преобладает над женским в 1,3 раза по классам заболеваний.

За изучаемый период смертность по причинам распределилась по первым трем ранговым местам: БСК (46,8%), ЗНО (14,6%) и «травмы, отравления и внешние причины» (10,6%). Пандемия COVID-19 внесла изменения в структуру смертности, заняв в ней третье ранговое место сдвинув («травмы, отравления и внешние причины» в 2011–2019 гг.) смертности на четвертое место.

Рассмотрев уровень общей смертности различных половозрастных групп населения Иркутской области в период 2011–2022 годы, определили следующую задачу нашего исследования - необходимость изучения гигиенических характеристик основных природно-климатических и антропогенных факторов среды обитания и выявление ассоциированности общей смертности населения с факторами среды обитания.

ГЛАВА 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучение влияния факторов образа жизни и медицинских факторов, определяющих характер системы здравоохранения на уровень смертности вызвано необходимостью решения проблемы управления причинами потерь здоровья [30, 52, 68, 124]. Данный подход служит выявлению факторов, образующих группу характеристик, находящихся во взаимной зависимости [237].

При группировке факторов риска, доля параметров, входящих в категорию «факторы риска образа жизни» (употребление вредных веществ (табака, алкоголя, наркотиков), неоптимальное питание, низкая физическая активность, недостаточный сон, стрессы и другие неблагоприятные факторы) составляет 50–57%, химическое загрязнение среды обитания –20–25% [90].

4.1. Условия социальной среды обитания населения Иркутской области

4.1.1. Общая оценка условий социальной среды обитания населения Иркутской области

Динамика комплекса негативных привычек и поведения взрослого населения ИО, которые нарушают функции организма и повышают риск развития различных заболеваний и преждевременной смерти в период 2011–2022 гг. представлена в таблице 6. Вариабельность алкоголизации населения за 12-летний период имеет положительную динамику к ее снижению на 56,4% к 2022 г. (6,5‰) по сравнению с 2011 г. (14,9‰). Максимальный уровень состоящих под диспансерным наблюдением с данным заболеванием определялся в период 2011–2015 гг. (с разбросом показателя от 14,9 до 15,8‰), а с 2016 г. по 2022 г. наметилось снижение употребление алкоголя (с 12,7 до 6,5‰). В динамике употребления наркотиков за изучаемый период прослеживается рост показателя с 2011 г. (2,7‰) до 2015–2016 гг. (3,5‰) с последующим снижением до 1,9‰ (2019–2020 гг.). В 2021–2022 гг. отмечается рост состоящих под диспансерным наблюдением с данной патологией на 10,5% по отношению к 2019–2020 гг., однако уровень 2022 г. ниже уровня 2011 г. на 22,2%.

Таблица 6 - Динамика негативных привычек населения Иркутской области в период 2011–2022 гг. (на 1000 взрослого населения)

годы	Неоптимальное питание	Низкая физическая активность	Курение табака	Употребление алкоголя	Употребление наркотиков
2011	64,4	34,7	41,8	14,9	2,7
2012	68,6	33,8	40,9	15,3	2,6
2013	66,4	32,7	40,0	15,8	2,7
2014	65,9	46,8	37,3	15,5	2,4
2015	66,7	32,9	40,3	15,2	3,5
2016	72,3	33,8	41,5	12,7	3,5
2017	77,1	36,9	41,4	9,4	2,3
2018	80,8	40,6	39,7	8,2	2,1
2019	68,1	38,9	31,8	7,6	1,9
2020	18,9	11,5	8,2	7,7	1,9
2021	63,5	36,0	26,2	7,7	2,0
2022	64,5	36,2	25,3	6,5	2,1
Средняя (±ошибка)	64,8 ±6,54	34,6 ±3,11	34,5 ±3,42	11,4 ±0,84	2,5 ±0,52
минимум	80,8	46,8	41,8	15,8	3,5
максимум	18,9	11,5	8,2	6,5	1,9

Среднее значение «неоптимального питания» за 12-летний период составляет 64,8%. При сравнении 2011 и 2022 гг. уровень распространенности близок к среднему (64,4 %). Однако с 2011 г. по 2018 г. отмечался рост данного показателя на 25,5% и достиг максимального значения в 2018 г. (80,8%). В динамике показателя «низкая физическая активность» со средним значением 34,6% выявились пиковые значения в 2014 г. (46,8%) и в 2018–2019 гг. (40,6 и 38,9% соответственно). В остальные периоды разброс показателя от 32,7 до 36,2% близкий к среднему. Среднее значение за 2011–2022 гг. негативной привычки «курение табака» составило 34,5%, и оно связано с его снижением в 2021–2022 г. (до 25,3%), так как с 2011 по 2019 гг. уровень распространенности курящего населения был выше среднего значения на 14,2% с вариацией показателя от 31,8 до 41,8%. Снижение распространенности курения табака в 2022 г. по отношению к 2011 г. составляет 39,5%. Выявляемость неблагоприятных привычек (курение, недостаточная физическая активность, неоптимальное питание) имеет резкое снижение в 2020 г. [15]. Это связано с пандемией новой коронавирусной инфекции COVID-19, в период которой определялась перегрузка инфраструктуры здравоохранения, ограниченностью кадровых ресурсов для оказания плановой медицинской помощи, диспансеризации и ранней диагностики заболеваний, не связанных с COVID-19, о чем свидетельствуют работы отечественных [133, 139] и зарубежных [165, 168, 200, 229, 230] авторов.

Динамику негативных привычек описали с помощью уравнений полиномиального тренда:

употребление алкоголя - $y = -0,0173x^2 - 0,7586x + 17,243$ с величиной коэффициента аппроксимации $R^2 = 0,8681$,

употребление наркотиков - $y = -0,0137x^2 - 0,0891x + 2,6386$, $R^2 = 0,4055$,
неоптимальное питание - $y = -0,3269x^2 - 3,1318x + 62,129$, $R^2 = 0,1235$,

низкая физическая активность - $y = -0,0935x^2 - 0,7746x + 34,617$, $R^2 = 0,0524$ и
курение табака - $y = -0,2449x^2 - 1,2052x + 39,98$, $R^2 = 0,5604$.

Анализируя характеристику достоверности предложенных уравнений, отмечаем, что величина достоверности аппроксимации отражает близость значений линии тренда к фактическим показателям лишь по значениям «употребление алкоголя» и «курение табака».

Далее рассмотрели набор медицинских факторов, которые определяют состояние системы здравоохранения, к которым относятся болезненность ЗНО и БСК; доля лиц, прошедших диспансерное наблюдение; отягощенная наследственность ХНИЗ; обеспеченность койками круглосуточного пребывания (ККП) и укомплектованность врачебными кадрами.

В связи с лидирующими позициями смертности населения от БСК и ЗНО, мы поставили задачу: изучить уровни заболеваемости с данной патологией. На рисунке 7 показана динамика показателей болезненности населения ИО за период 2011–2022 гг. Так величина показателей болезненности БСК имеет бóльший разброс (от 20572,5 до 24616,5‰₀₀₀₀), чем уровень ЗНО (4132,7–5573,3‰₀₀₀₀). Прослеживается рост общей заболеваемости ЗНО на протяжении 12 лет на 34,9% с его максимальным уровнем в 2022 г. (5573,3‰₀₀₀₀) и минимальным в 2011 г. (4132,7‰₀₀₀₀). Тогда как показатель общей заболеваемости населения БСК с регистрацией его минимального значения в 2011 г. (20572,5‰₀₀₀₀) постепенно увеличивался и достиг максимального уровня в 2019 г. (24616,5‰₀₀₀₀). В 2020 г. наблюдается снижение уровня болезненности на 10,7%, вероятно, это связано с COVID-19, где было ограничение обращаемости населения за амбулаторной медицинской помощью. По окончании пандемии в 2022 г. регистрируется рост болезненности от БСК на 9,0%, данный уровень выше уровня 2011 г. на 16,5%.

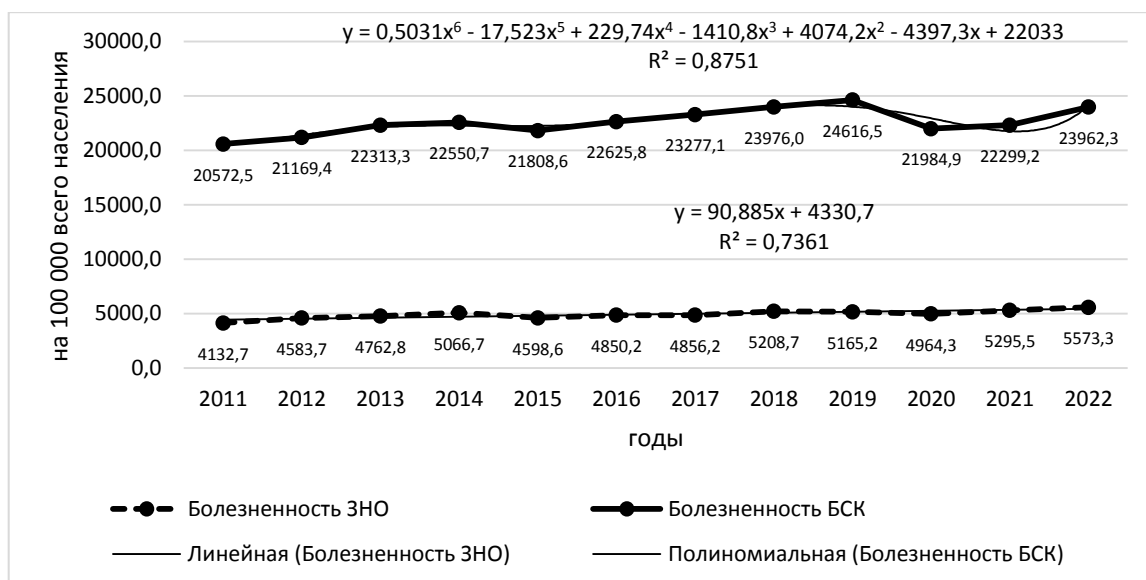


Рисунок 7 - Динамика общей заболеваемости новообразованиями (ЗНО) и болезнями системы кровообращения (БСК) населения Иркутской области в период 2011-2022 гг.

Динамика болезненности БСК наилучшим образом описывается с помощью полиномиального уравнения шестого порядка: болезненность БСК – $y = 0,5031x^6 - 17,523x^5 + 229,74x^4 - 1410,8x^3 + 4074,2x^2 - 4397,3x + 22033$, $R^2=0,875$, а болезненность ЗНО линейным уравнением $y = 90,885x + 4330,7$ с $R^2=0,736$.

Проанализирована выявляемость отягощенной наследственности ХНИЗ (БСК, ЗНО, ХОБЛ, СД) у взрослого населения. Разброс показателей в 12-летней динамике от минимального 10,0‰ (2011 г.) до максимального 17,0‰ (2014 г.) с выбивающимся из динамического ряда показателя 4,5‰ в 2020 г. (рисунок 8). В 2022 г. в среднем у 15 человек из 1000 выявляется отягощенная наследственность ХНИЗ и это на 55,0% больше, чем 12 лет назад. Данную динамику описали с помощью следующего уравнения: $y = 0,0167x^4 - 0,3714x^3 + 2,3786x^2 - 3,5959x + 11,73$ с величиной $R^2=0,692$.

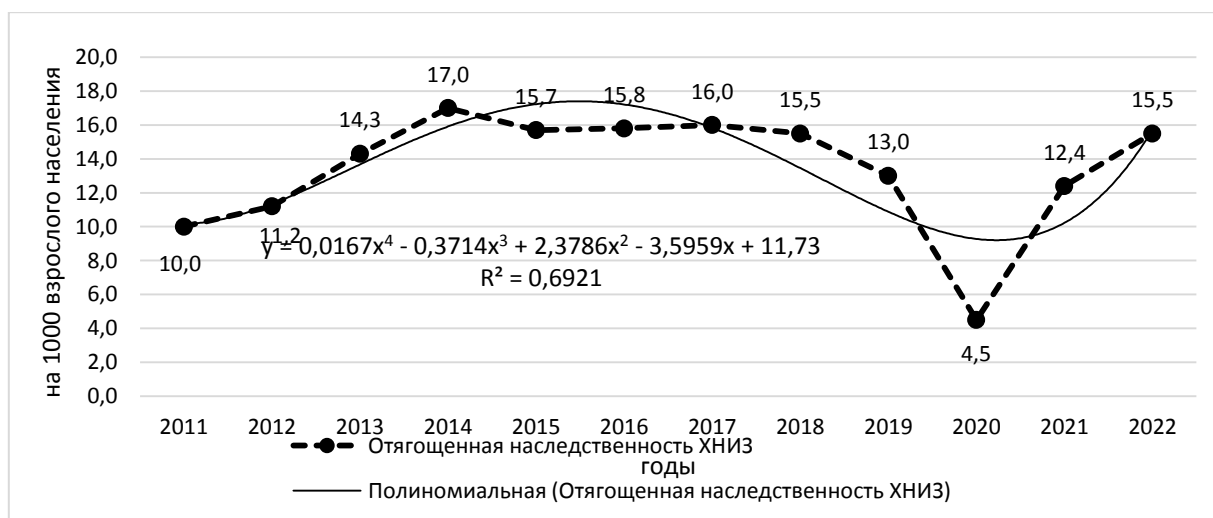


Рисунок 8 - Динамика отягощенной наследственностью хроническими неинфекционными заболеваниями (ХНИЗ (БСК, ЗНО, ХОБЛ, СД)) взрослого населения Иркутской области в период 2011–2022 гг.

Изучив динамику доли взрослого населения, прошедшего диспансеризацию, от числа подлежащих, пришли к выводу, что в 2021–2022 гг. показатель вырос на 59,1% в сравнении с периодом 2011–2020 гг., где дан 41,0–45,1% а показатель на протяжении 10-летнего периода практически не менялась (41,0–45,1%). Уравнение полиномиального тренда $y = 0,4415x^2 - 3,9293x + 49,234$ ($R^2 = 0,581$) достаточно корректно описало данную динамику (рисунок 9).

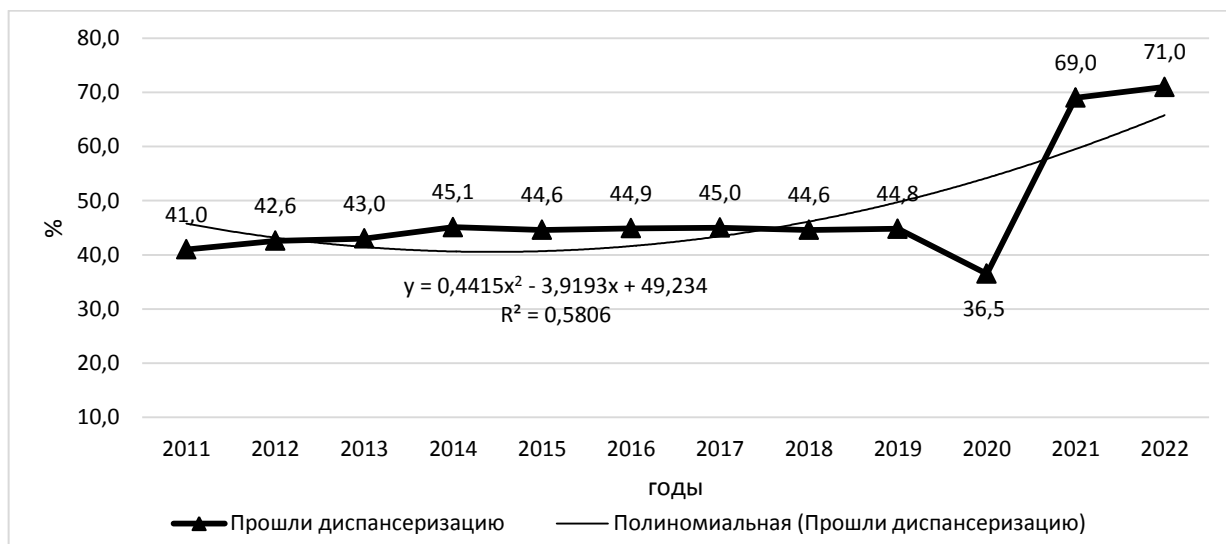


Рисунок 9 - Динамика доли лиц взрослого населения Иркутской области прошедших диспансеризацию от числа подлежащих в период 2011–2022 гг.

Особый интерес представляет анализ ресурсов здравоохранения. Рассмотрев динамику укомплектованности врачебными кадрами (отношение числа физических

лиц к штатным должностям), увидели непостоянность показателей динамического ряда. Так, максимальный уровень 2011–2012 гг. (69,0%) снижался на 18,7% до минимального (56,1%) в 2016 г., далее увеличивался к 2019 г. на 6,1% и затем снова снизился к 2022 г. на 4,9% (таблица 7). Среднее значение за 12-летний период составило 60,1%, с ошибкой $\pm 5,85$. Уравнение полиномиального тренда $y = 0,1992x^2 - 3,6104x + 72,829$ ($R^2 = 0,847$) описало данную динамику. В 2022 г. доля укомплектованности врачами ниже на 17,1% в сравнении с 2011 г. за счет врачей-терапевтов (на 7,1%), а также врачей-специалистов: онкологов (на 15,9%), хирургов (на 6,7%). Наряду с этим, отмечается рост укомплектованности врачами-специалистами: эндокринологами (на 11,9%).

Таблица 7 - Динамика укомплектованности врачебными кадрами и обеспеченности ККП населения Иркутской области в период 2011-2022 гг.

годы	Укомплектованность врачебными кадрами *	Обеспеченность ККП **
2011	68,3	93,4
2012	69,7	94,1
2013	63,1	92,2
2014	61,9	91,5
2015	57,5	90,5
2016	56,1	88,9
2017	56,8	87,7
2018	58,1	82,3
2019	59,5	80,4
2020	57,0	78,8
2021	57,3	79,2
2022	56,6	78,9
Средняя ($\pm$ ошибка)	60,1 $\pm$ 5,85	86,5 $\pm$ 8,50
минимум	69,7	94,1
максимум	56,1	78,8

Примечание: *число физическиз лиц к штатным должностям, %; **на 10000 населения

Обеспеченность населения ИО ККП в период 2011–2022 гг. имеет тенденцию к снижению на 15,5% за счет профилей: кардиологического (на 29,5%), эндокринологического для взрослых (на 29,1%), терапевтического (на 24,8%), хирургического (на 21,2%). Однако отмечается увеличение числа ККП для пациентов с онкологической патологией (на 36,0%).

Планомерное сокращение коечного фонда продиктовано приведением показателя работы койки в соответствии с требованиями Министерства здравоохранения РФ. Среднее значение обеспеченности ККП за 12-летний период составило $86,5^{\circ}/_{\text{ooo}}$, $\pm 8,50$, с максимальным значением $94,1^{\circ}/_{\text{ooo}}$ в 2012 г., а минимальное – в 2020 г. ($78,8^{\circ}/_{\text{ooo}}$). Динамику 12-летнего периода хорошо описало уравнение полиномиального тренда $y = -0,0334x^2 - 1,2025x + 96,13$ с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,938$, указав на близость значений линии тренда к фактическим показателям.

4.1.2. Оценка условий социальной среды обитания по кластерам

Для оценки значимости рассмотренных выше показателей изучили их уровни в разрезе кластерного распределения МО по уровню смертности кластерах (I–V) (см. глава 3).

При оценке частоты привычных интоксикаций выявлено: во II выше распространенность наркомании ($25,8 (24,6-26,8)^{\circ}/_{\text{ooo}}$ против $20,5 (19,9-21,2)$ в III, $p=0,000$), в III – табакокурения ($35,3 (34,3-36,2)^{\circ}/_{\text{ooo}}$ против $31,6 (30,2-33,0)^{\circ}/_{\text{ooo}}$ во II, $p=0,000$) и алкоголизма ($138,5 (134,2-142,8)^{\circ}/_{\text{ooo}}$ против $101,2 (96,9-105,4)$, $p=0,000$) (таблица 8). Кроме того, необходимо отметить некоторые особенности V кластера: ниже распространенность алкоголизма, чем в IV кластере в 2,0 раза ($p=0,000$), в III – в 1,4 раза ($p=0,000$), в II – в 1,2 раза ($p=0,000$), в I – в 1,3 раза ($p=0,000$); в наркомании в 2,1 ($p=0,000$), 1,6 ($p=0,000$), 2,2 ($p=0,000$) и 1,7 ($p=0,000$) раза соответственно. При этом в V кластере больше частота нездорового питания в 1,1–1,4 раза по сравнению с другими кластерами. По распространенности изученных факторов наиболее сходны II–IV кластеры (не имеют различий по всем факторам за исключением алкоголизма); I и V (не имеют различий по частоте нарушений питания и низкой физической активности).

Факторы, определяющие медицинские потребности населения (уровень заболеваемости) и характер системы здравоохранения (обеспеченность ККП и кадрами), которые влияют на показатель общей смертности, в разрезе кластеров представлены в таблице 9.

Таблица 8 - Распространенность негативных характеристик образа жизни населения Иркутской области [15]

Кластеры	Среднее (95-процентный доверительный интервал среднего)				
	Неоптимальное питание, ‰	Низкая физическая активность, ‰	Курение табака, ‰	Алкоголизм, ‰	Наркомания, ‰
I	73,5 (49,4–97,6)	37,6 (30,1–45,3)	41,7 (35,1–48,4)	116,1 (69,3–162,5)	20,6 (16,5–24,2)
II	56,5 (54,3–58,7)	30,4 (29,3–31,5)	31,6 (30,2–33,0)	101,2 (96,9–105,4)	25,8 (24,6–26,8)
III	58,7 (57,0–60,5)	28,8 (28,2–29,5)	35,3 (34,3–36,2)	138,5 (134,2–1142,8)	20,5 (19,9–21,2)
IV	57,6 (52,4–62,9)	43,9 (39,1–48,6)	29,8 (27,4–32,2)	182,9 (173,9–191,9)	25, 0 (23,4–26,6)
V	81,1 (75,6–86,6)	38,6 (36,2–40,9)	38,0 (35,9–40,1)	87,3 (86,4–90,0)	11,9 (10,8–12,6)
Статистическая значимость различий, p=	I-II= 0,000 I-III= 0,000 I-IV= 0,000 I-V=0,025 II-III= 0,003 II-IV=0,701 II-V= 0,000 III-IV=0,262 III-V= 0,000 IV-V= 0,000	I-II= 0,010 I-III= 0,000 I-IV=0,013 I-V=0,465 II-III= 0,000 II-IV=0,050 II-V= 0,000 III-IV= 0,000 III-V= 0,000 IV-V=0,050	I-II= 0,000 I-III= 0,000 I-IV= 0,000 I-V= 0,002 II-III= 0,000 II-IV=0,197 II-V= 0,000 III-IV= 0,000 III-V=0,796 IV-V= 0,000	I-II= 0,001 I-III=0,181 I-IV= 0,000 I-V= 0,000 II-III= 0,000 II-IV= 0,000 II-V= 0,000 III-IV= 0,000 III-V= 0,000 IV-V= 0,000	I-II= 0,000 I-III= 0,000 I-IV= 0,000 I-V= 0,000 II-III= 0,000 II-IV=0,417 II-V= 0,000 III-IV= 0,000 III-V= 0,000 IV-V= 0,000

Примечание: распространенность нерационального питания, низкой физической активности, табакокурения оценено по данным опроса респондентов в возрасте «старше 21 года); распространенность алкоголизма и наркомании – по данным диспансерного учета; критический уровень статистической значимости различий для попарных сравнений $p < 0,0051$ (критерий Стьюдента)

В V кластере в сравнении регистрируются самые благоприятные медицинские факторы: низкая болезненность ЗНО (3681,6‰), высокий показатель прошедших диспансеризацию (50,7%) и самая высокая укомплектованность врачами (62,8%). Однако определились и самые негативные медицинские факторы из всех кластеров:

высокий фактор отягощенной наследственности ХНИЗ (13,0‰) и низкая обеспеченность населения ККП (50,7‰).

Таблица 9 - Распространенность факторов, определяющих характер системы здравоохранения [15]

Клас теры	Среднее (95% доверительный интервал среднего)					
	Болезненность ЗНО, ‰	Болезненность БСК, ‰	Прошли диспансериза цию, %	Показатель отягощенной наследствен ности ХНИЗ, ‰	Обеспече нность ККП, ‰	Укомплек тованность врачами, %
I	3669,2 (2554,1–5208,4)	20511,3 (10629,4– 25529,1)	29,1 (6,8–66,9)	11,6 (0,1–30,9)	59,3 (46,9– 63,4)	46,6 (36,1–59,3)
II	4731,7 (2188,2–6931,7)	22521,8 (13304,0– 29544,7)	39,2 (24,8–66,6)	11,2 (0,6–33,8)	56,6 (40,4– 76,3)	55,5 (47,1–70,7)
III	3830,9 (1855,7– 5335,3)	19297,6 (11767– 26685,0)	34,6 (7,8–66,5)	12,3 (2,8–20,1)	66,3 (37,2– 11,0)	51,8 (44,4–58,5)
IV	4134,1 (3247,5–5323,8)	18813,0 (12479,5– 29029,6)	33,5 (13,5–44,6)	10,0 (0,0–39,0)	68,9 (35,4– 88,4)	44,2 (37,1–53,0)
V	3681,6 (2237,7–943,0)	19581,8 (9665,0– 33214,5)	50,7 (13,3–67,0)	13,0 (1,3–40,6)	50,7 (14,3– 67,1)	62,8 (50,0–73,0)
Статистическая значимость различий, p=	I-II=0,198 I-III=0,812 I-IV=0,408 I-V=0,987 II-III=0,308 II-IV=0,449 II-V=0,290 III-IV=0,648 III-V=0,865 IV-V=0,568	I-II=0,609 I-III=0,728 I-IV=0,680 I-V=0,839 II-III=0,397 II-IV=0,402 II-V=0,544 III-IV=0,902 III-V=0,949 IV-V=0,877	I-II=0,380 I-III=0,625 I-IV=0,689 I-V=0,127 II-III=0,609 II-IV=0,507 II-V=0,320 III-IV=0,896 III-V=0,796 IV-V=0,168	I-II=0,964 I-III=0,903 I-IV=0,866 I-V=0,860 II-III=0,848 II-IV=0,891 II-V=0,822 III-IV=0,769 III-V=0,907 IV-V=0,756	I-II=0,719 I-III=0,547 I-IV=0,374 I-V=0,370 II-III=0,421 II-IV=0,276 II-V=0,548 III-IV=0,853 III-V=0,248 IV-V=0,164	I-II=0,099 I-III=0,227 I-IV=0,587 I-V= 0,007 II-III=0,373 II-IV= 0,024 II-V=0,141 III-IV= 0,036 III-V= 0,011 IV-V= 0,001

Примечание: прошедшие диспансеризацию и показатель отягощенной наследственности ХНИЗ оценено по данным опроса респондентов в возрасте «старше 21 года; критический уровень статистической значимости различий для попарных сравнений $p < 0,0051$ (критерий Стьюдента)

В IV кластере выявлены значения медицинских факторов: низкая болезненность БСК (18813,0‰), низкий фактор отягощенной наследственностью ХНИЗ (10,0‰), высоким показателем обеспеченности населения ККП (68,9‰), но в то же время отмечается самая низкая укомплектованность врачами 44,2%. II кластер характеризуется самой высокой болезненностью ЗНО и БСК (4731,7‰ и

22521,8⁰/₀₀₀₀ соответственно). МО, вошедших в I кластер, характеризуется самыми низкими уровнями охвата диспансеризацией (29,1%) и укомплектованности врачебными кадрами (46,6%). В III кластере в сравнении со среднеобластными показателями регистрируются ниже средних по укомплектованности врачами на 1,6% (52,7% по области), прошедшими диспансеризацию на 10,6% (38,7% по области) и выше среднего по показателю отягощенности наследственными ХНИЗ на 5,1% (11,7 по области).

Уровень сходства по всем параметрам кроме болезненности ЗНО выявлен в III–IV кластерах ($p = 0,769–0,977$).

4.2. Характеристика климатогеографических и техногенных условий среды обитания населения Иркутской области

Климат Иркутской области резко континентальный, с малоснежной зимой и теплым, влагообильным летом [105]. Среднегодовые температуры воздуха на значительной части территории области отрицательные, согласно приложению 13 к Руководству по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Р 2.2.2006-05. 2.2. выделяют два климатических пояса: большая часть территории Иркутской области относится к II (III) поясу, в котором среднегодовое значение температуры зимнего сезона составляет -18°C , средняя скорость ветра из наиболее вероятных величин в зимние месяцы (v) – 3,6 м/с, а районы Бодайбинский, Катангский, Мамско-Чуйский и Киренский входят в I (IV) пояс, где $T=41$, $v= 1,3$ м/с.

В таблице 10 представлены средние климатические параметры на территории Иркутской области за период исследования. Среднегодовая температура в Иркутской области за изучаемый период составляла $(-0,66)\pm 0,29^{\circ}\text{C}$, в холодный период – $(-15,64)\pm 0,55^{\circ}\text{C}$, в теплый – $17,35\pm 0,22^{\circ}\text{C}$. Наибольшая вариативность температуры на территории области характерна для зимних месяцев, когда квартильный размах находился в пределах $(-18,25)-(-13,33)$, дисперсия составила 10,76, а коэффициент вариации – 153%. Среднегодовая скорость ветра составила $1,61\pm 0,06$ м/с, коэффициент вариации 23,68%.

В связи с вариативностью указанных параметров и тем, что в кластеры, выделенные по КС, вошли МО, расположенные в разных климатогеографических

таксонах, статистически значимых различий по температурам и скорости ветра не выявлено.

Таблица 10 - Среднегодовые параметры температуры на территории Иркутской области (2011–2022 гг.)

Статистические характеристики	Температура атмосферного воздуха по периодам, °С			
	годовая	холодный	переходный	теплый
Среднее	-0,66	-15,64	4,14	17,35
Стандартное отклонение	1,75	3,28	1,32	1,60
Медиана	-0,47	-15,58	4,60	17,07
Минимум	-4,74	-22,54	1,49	14,48
Максимум	1,82	-10,57	6,02	20,61
Нижний квартиль	-1,88	-18,25	3,33	16,53
Верхний квартиль	0,37	-13,33	4,99	17,68
Дисперсия	3,05	10,76	1,73	2,55
Коэффициент вариации, %	10,20	153,14	6,01	4,54

Примечание – холодный период включал январь, февраль, март, ноябрь, декабрь; переходный: апрель, май, сентябрь, октябрь; теплый: июнь, июль, август; коэффициент вариации рассчитан по температуре, выраженной в °F.

Значительно интересней вследствие значительных площадей области и вариативности основных климатических параметров провести дифференциацию территории области с помощью кластерного анализа методом k–средних по различиям температур среднегодовых и холодного периода (рисунок 10). Первую группу составили девять центральных (степных и лесостепных) районов, с отрицательной годовой температурой ($T = -0,57 \pm 0,04^{\circ}\text{C}$) и максимальной скоростью ветра ($v = 1,90 \pm 0,12 \text{ м/с}$).

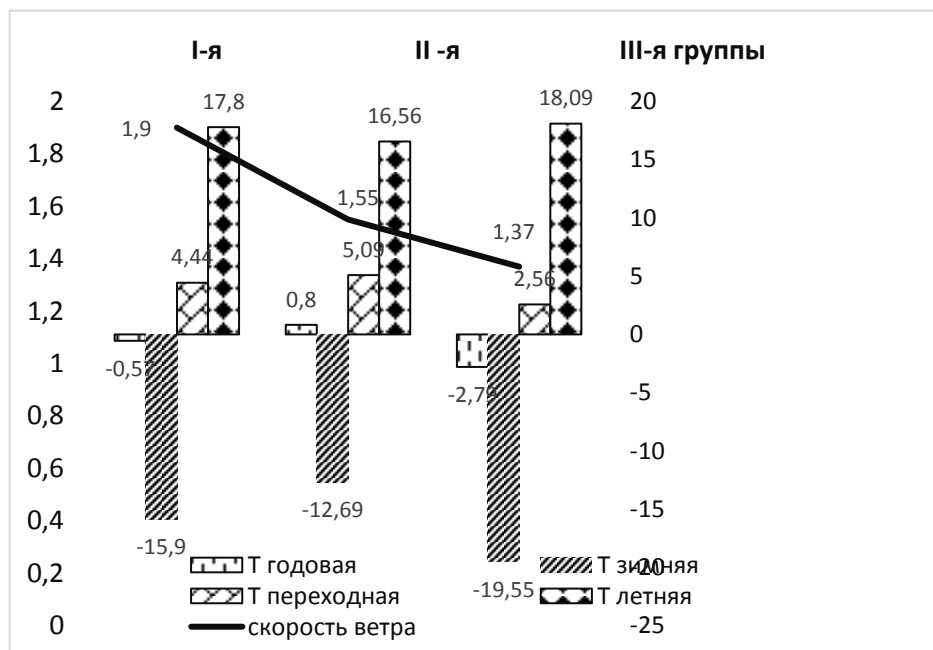


Рисунок 10 - Средние групповые параметры температуры атмосферного воздуха и скорости ветра в районах, объединенных в группы.

Южные, юго-западные и юго-восточные районы, прилегающие к Транссибу и восточной части БАМа (южная тайга и урбанизированные территории) объединены в единую вторую группу с наиболее высокими годовыми, зимними и переходными температурами ($T_g = 0,8 \pm 0,04^\circ\text{C}$; $T_z = (-12,69) \pm 0,29^\circ\text{C}$; $T_p = 5,09 \pm 0,14^\circ\text{C}$ соответственно). Третья группа включает семь северных, северо-западных и северо-восточных районов с наиболее низкими годовыми и зимними температурами ($T_g = (-2,79) \pm 0,46^\circ\text{C}$; $T_z = (-19,55) \pm 0,69^\circ\text{C}$) и скоростью ветра ($v = 1,37 \pm 0,15 \text{ м/с}$).

Оценка техногенной нагрузки оценена по уровням загрязнения атмосферного воздуха, рассматриваемого в качестве ключевого индикатора в ряде работ [9, 11, 45, 47, 49, 55, 90, 96, 97, 123, 184, 200, 204]. В связи с тем, что мониторинг загрязнения ведется не на всех МО, на рисунке 11 приведены средние за изучаемый период индексы загрязнения атмосферы (ИЗА), по всем контролируемым веществам, на постах наблюдения УГМС. Низкие уровни ИЗА < 5 отмечаются в Тайшетском (ПНЗ в г. Бирюсинск), Слюдянском (г. Слюдянка, пос. Култук), Иркутском (п. Листвянка), Братском районах (г. Вихоревка). Максимальные уровни загрязнения, оцениваемые как очень высокие (ИЗА > 20), регистрируются в городах Братск, Зима, Иркутск, Свирск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов. Загрязнение приземных слоев атмосферного воздуха в центрах химической промышленности (гг. Ангарск, Саянск) оцениваются как высокие ($20 > \text{ИЗА} > 10$).

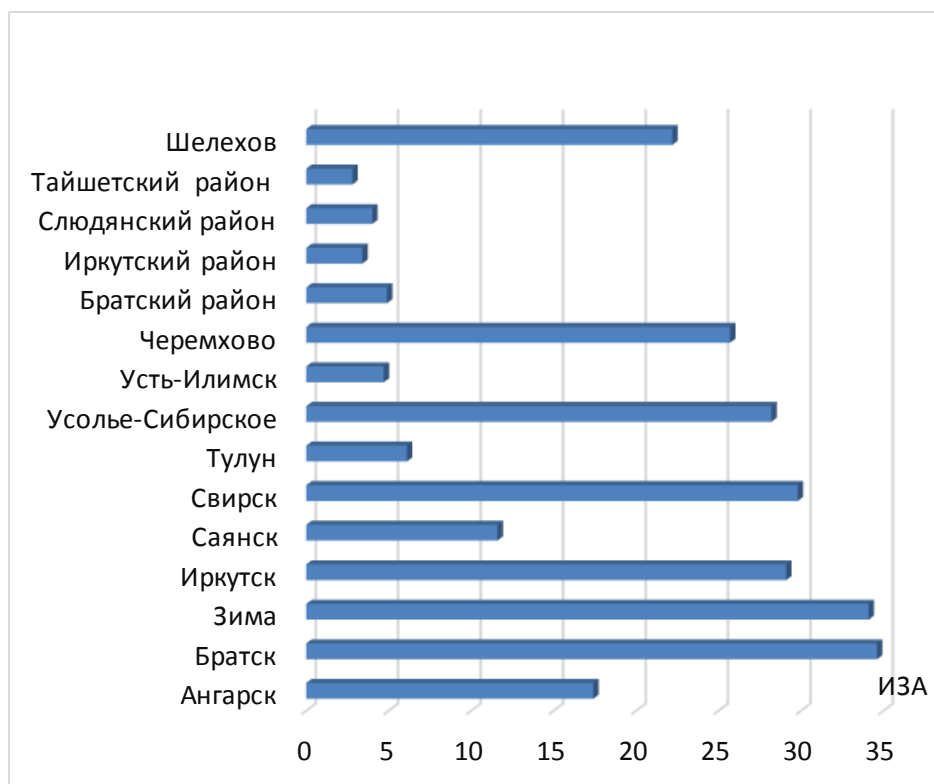


Рисунок 11 - Среднегодовые уровни индекса загрязнения атмосферного воздуха в муниципальных образованиях Иркутской области (2011–2022 гг.)

Приоритетными поллютантами на указанных территориях являются, прежде всего, бенз(а)пирен, кратность превышения среднегодового ПДК (в десятки раз выше ПДК) и формальдегид (до 5 ПДК), на уровне ПДК наблюдаются концентрации оксиды азота, взвешенные вещества.

Для оценки риска здоровью населения рассчитан индекс опасности при хроническом ингаляционном воздействии и долевой вклад приоритетных веществ в его величину (таблица 11). Ранговый ряд МО с наибольшим индексом опасности в целом близок к ряду, построенному по ИЗА и в соответствии с шкалой, представленной в Р 2.10.3968–23 может быть представлен следующим образом. Высокий уровень риска: Братск > Иркутск > Свирск > Шелехов > Ангарск > Усолье-Сибирское = Зима > Черемхово > Саянск; настораживающий уровень риска: Усть-Илимск > Листвянка = Слюдянка = Вихоревка > Бирюсинск = Тулун; приемлемый: Байкальск = Култук. Приоритетными поллютантами на территориях высокого риска среди основных веществ являются: бенз(а)пирен (долевой вклад находится в пределах от 14,6 до 70,4%), формальдегид, (17,0–27,7%), взвешенные вещества (5,1–21,1%), из специфических выделяются: гидрохлорид в Саянске (34,8% от величины НП),

сероуглерод в Братске (14,4%), медь в Иркутске и Братске (14,6% и 8,2% соответственно), твердые фториды в Братске и Шелехове (2,3% и 3,4%), гидрофторид в Шелехове (2,5%).

Таблица 11 - Индексы опасности здоровью населения при хроническом ингаляционном воздействии и вклад приоритетных веществ (среднее 2011–2022 гг.)

Муниципальное образование (n),	HI	Вклад приоритетных веществ, %	
		основных	специфических
Ангарск (16)	14,2	БП – 14,6, РМ-12,1, NO ₂ -7,8	
Байкальск (8)	2,6	БП – 37,5, РМ-23,8, NO ₂ -14,2	
Братск (20)	25,1	БП – 25,5, РМ-10,2, NO ₂ -3,2, ФА – 18,8	Тв. фториды – 2,3, CS ₂ – 14,4, Cu -8,2
Зима (8)	11,33	БП – 70,4, РМ-5,2, NO ₂ -8,1	H ₂ S -8,8
Иркутск (18)	21,6	БП – 19,2, РМ-15,4, NO ₂ -6,1, ФА – 17,0	Cu -14,6, PM ₁₀ -5,3
Саянск (8)	6,2	БП – 33,2, РМ-11,3, NO ₂ -7,8, ФА – 28,3	HCl – 34,8
Свирск (12)	17,4	БП – 62,4, РМ-8,8, NO ₂ -7,4	
Слюдянка (5)	4,6	БП – 41,8, РМ-39,4, NO ₂ -12,1	
Тулун (4)	3,3	БП – 62,3, РМ-10,2, NO ₂ -26,2	
Усолье-Сибирское (9)	11,52	БП – 38,2, РМ-16,7, NO ₂ -7,2, ФА – 27,7	
Усть-Илимск (6)	5,6	БП – 26,9, РМ-24,9, NO ₂ -28,3	H ₂ S -11,9
Черемхово (7)	8,0	БП – 48,5, РМ-21,1, NO ₂ -19,5, SO ₂ -8,5	
Шелехов (10)	15,3	БП – 32,7, РМ-19,9, NO ₂ -6,2, ФА – 20,9	Тв. фториды – 3,4, HF-2,5
Братский район, г. Вихоревка (4)	4,6	РМ-60,9, NO ₂ -22,2, SO ₂ -8,9, NO-7,9	
Иркутский район, п. Листвянка (12)	5,3	БП – 15,5, РМ-38,5, NO ₂ -10,6, SO ₂ – 4,2	Cu -12,9
Слюдянский район, п. Култук (4)	2,5	БП – 36,5, РМ-51,9, NO ₂ -10,8	
Тайшетский район, г. Бирюсинск (5)	3,4	БП – 44,7, РМ-5,1, NO ₂ -26,8	

Примечания: n- количество учтенных веществ при расчете индекса опасности (HI), БП- бенз(а)пирен, РМ – твердые частицы (взвешенные вещества), ФА – формальдегид, Тв. фториды – твердые фториды.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха по выделенным на основе КС кластерам имеет определенные ограничения, так как проведенные точечные замеры на ПНЗ УГМС не дают возможность экстраполировать эти результаты на площади районов даже от высоких источников эмиссии [48, 54, 201, 205]. Моделирование рассеивания больших объемов, нагретых многокомпонентных парогазовых смесей крайне сложная задача, непредусмотренная в нашем исследовании. Поэтому представленные нами оценки уровней техногенной нагрузки, обусловленной загрязнением атмосферного воздуха, следует рассматривать как ориентировочные.

В I кластере контроль за содержанием поллютантов ведется только в одном МО, где проживает 44,5 тыс. человек (20,2% от общей численности населения кластера) средняя арифметическая величина индекса опасности составляет 3,3, Me = 3,9 (таблица 12).

Таблица 12 – Уровень индекса опасности для населения муниципальных образований, на которых контролируется загрязнение атмосферного воздуха

Кластеры	Индекс опасности ИИ		Статистическая значимость различий, p=
	Среднее арифметическое (95% CI)	Медиана (Q1-Q3)	
I	3,3 (3,27–3,33)	3,9 (2,1 - 4,1)	$I-II=0,000$, $I-III=0,920$, $I-IV=0,000$, $I-V=0,000$
II	13,3 (13,07–13,53)	14,5 (3,6 - 15,8)	$II-III=0,000$, $II-IV=0,037$, $II-V=0,079$
III	5,8 (5,67–5,93)	3,2 (2,6-11,2)	$III-IV=0,000$, $III-V=0,000$
IV	12,7 (12,41–12,99)	12,0 (7,8 - 16,6)	$IV-V=0,015$
V	13,4 (12,03–13,87)	10,3 (5,1-20,2)	

Примечание: критический уровень статистической значимости различий для попарных сравнений $p < 0,0051$ (критерий Манна Уитни)

В наибольшей степени охвачены ПНЗ с расширенными программами мониторинга территории II кластера, где в 5 МО проживает 681,2 тыс. чел (95,7%), ИИ=13,28, Me =14,5 минимальный уровень загрязнения -5,6, максимальный -25,1. В III кластере расположено 7 ПНЗ, из них только в Усолье-Сибирском ведется наблюдение по расширенной программе. В целом на контролируемой территории проживают 194,3 тыс. чел (43,3%), ИИ=5,8, Me=3,2, минимальный уровень индекса опасности - 2,5, максимальный -11,5. На территориях IV кластера ведется мониторинг загрязнения

атмосферы в гг. Черемхово и Свирске по расширенным программам наблюдения. Отметим, что в этих МО проживают 66,2 тыс. чел, таким образом 32,0% населения кластера находятся в условиях, когда $HI = 12,7$, $Me = 12,0$ (минимум - 8, максимум - 17,4). В кластере V контроль ведется только в г. Иркутске и п. Листвянка Иркутского района, что охватывает 674, 8 тысяч или 86,9 % населения кластера, но не отражает условия проживания в районах, входящих в Усть-Ордынский округ и удаленных от г. Иркутска более чем на 250–300 км. В среднем индекс опасности на территории данного кластера составляет 13,4, $Me = 10,3$ минимальный уровень в п. Листвянка - 5,3, максимальный в Иркутске - 21,6.

При сравнении методом Краскела – Уоллиса установлено, что по уровню нагрузки кластеры статистически значимо различаются между собой ($N=14,8$, что при числе степеней свободы $=4$, соответствует $p=0,005$), результаты попарного сравнения методом Манна-Уитни свидетельствуют, что уровень индекса опасности для населения МО, на которых контролируется загрязнение атмосферного воздуха, не имеет различий между кластерами II, IV и V.

4.3. Ассоциированность коэффициента общей смертности с факторами риска социальной и антропогенной среды обитания

В результате определения и оценки тесноты связи между уровнем КС населения ИО и бытовыми интоксикациями с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена выявили прямую умеренной тесноты ассоциированность с: (распространенностью алкоголизма ($r_{sp} = 0,52$, $p = 0,005$), наркоманией ($r_{sp} = 0,42$, $p = 0,01$), табакокурением ($r_{sp} = 0,48$, $p = 0,005$) и фактором образа жизни: распространенностью низкой физической активности взрослого населения ($r_{sp} = 0,48$, $p = 0,005$) [15]. На основе данных официальной статистики, а также репрезентативных в региональном разрезе результатов выборочных социально-демографических обследований Росстата проведен поиск факторов, ассоциированных с уровнем смертности на отдельных территориях ИО. Статистический анализ показал, что значительная часть вариации регионов КС населения объясняется характеристиками демографической структуры региона (распространенностью алкоголизма). Ранжирование значимости факторов для формирования уровня смертности от всех причин по коэффициенту корреляции можно представить следующим рядом:

алкоголизм> табакокурение= низкая физическая активность взрослого населения> наркомания.

Выявлены связи медицинских факторов и КС на уровне $p < 0,05$ (таблица 13).

Таблица 13 – Характеристики корреляционных связей факторов и коэффициента общей смертности [15]

Переменные	Среднее	Станд. откл.	r_{sp}	r^2	t	p
Болезненность ЗНО	3990,5	1168,4				
КС	15,0	2,3	0,05282	0,00279	0,3129	0,75618
Болезненность БСК	20067,2	3070,7				
КС	15,06	2,32	-0,00005	0,00000	-0,0002	0,99976
Прошедшие диспансеризацию	38,68	17,91				
КС	15,06	2,32	-0,19980	0,039924	-1,2064	0,235750
Показатель отягощенной наследственности ХНИЗ	11,69	1066,2				
КС	15,06	2,32	0,014731	0,000217	0,08716	0,931043
Обеспеченность ККП	60,06	17,05				
КС	15,06	2,32	0,401277	0,161023	2,59181	0,013834
Укомплектованность врачами	52,73	8,54				
КС	15,06	2,32	-0,62029	0,384770	-4,6786	0,000042

Установлена ассоциированность КС населения ИО с медицинскими факторами: обеспеченностью ККП ($r^2 = 0,40$, $p = 0,013$) и укомплектованностью врачебными кадрами ($r^2 = -0,62$, $p = 0,000$). Антилидером среди всех МО с самым высоким КС 19,4‰ является Мамско-Чуйский район, где зафиксирована низкая укомплектованность врачами 44,4% и высокая обеспеченность ККП 66,2‰. Аналогичная ситуация наблюдается в г. Черемхово и Куйтунском и Нижнеудинском районах. Также наблюдается противоположная ситуация: при самой низкой обеспеченности ККП и высоким процентом укомплектованности врачами наблюдается самый низкий КС. Данное наблюдение зафиксировано в Иркутском, Ольхонском и Осинском районах, а также в г. Иркутске [15].

Потребность региона в ККП зависит от многих условий, в которых важна доступность альтернативных медицинских организаций, структура заболеваемости и другое. Но обязательным условием, сколько бы ни было развернуто коек на территории, должна быть высокая укомплектованность медицинским персоналом.

Также высокая укомплектованность врачами позволяет оказание медицинской помощи населению на догоспитальном этапе.

Зарегистрирован статистически значимый коэффициент корреляции между КС и ИЗА средней силы ($r_{sp} = 0,528$, $p=0,043$).

Таким образом, выявили: снижение уровня распространенности негативных бытовых привычек (употребление алкоголя (на 22,2%) и курение (на 38,5%) табака); рост болезненности населения БСК (на 6,0%) и ЗНО (на 13,2%); увеличение доли прошедших диспансеризацию взрослого населения (на 73,2%) и, как следствие, рост (на 55,0%) выявленных пациентов с отягощенной наследственностью ХНИЗ; снижение доли укомплектованности врачами на 17,1% и обеспеченностью населения ККП на 15,5% в 2022 г. по сравнению с 2011 г. Уровень КС ассоциирован с факторами образа жизни с: распространенностью привычных бытовых интоксикаций и низкой физической активностью взрослого населения ($r = 0,48-0,52$, $p < 0,005$); факторами, определяющими характер системы здравоохранения - обеспеченностью ККП и укомплектованностью врачебными кадрами (коэффициенты ранговой корреляции $r_{sp} = 0,40 - (-0,62)$, $p < 0,005$; ИЗА ($r_{sp} = 0,538$, $p = 0,043$).

Ранговый ряд МО с наибольшим индексом опасности при хроническом ингаляционном воздействии представлен следующим образом: высокий уровень риска: 9 МО (Братск > Иркутск > Свирск > Шелехов > Ангарск > Усолье-Сибирское = Зима > Черемхово > Саянск) ; настораживающий уровень риска: 6 МО; приемлемый: 2 МО. Приоритетными поллютантами на территориях высокого риска среди основных веществ являются: бенз(а)пирен (долевой вклад находится в пределах от 14,6 до 70,4%), формальдегид, (17,0–27,7%), взвешенные вещества (5,1–21,1%), из специфических выделяются: в Братске - сероуглерод (14,4% от величины НІ), медь 8,2%, твердые фториды (2,3%).

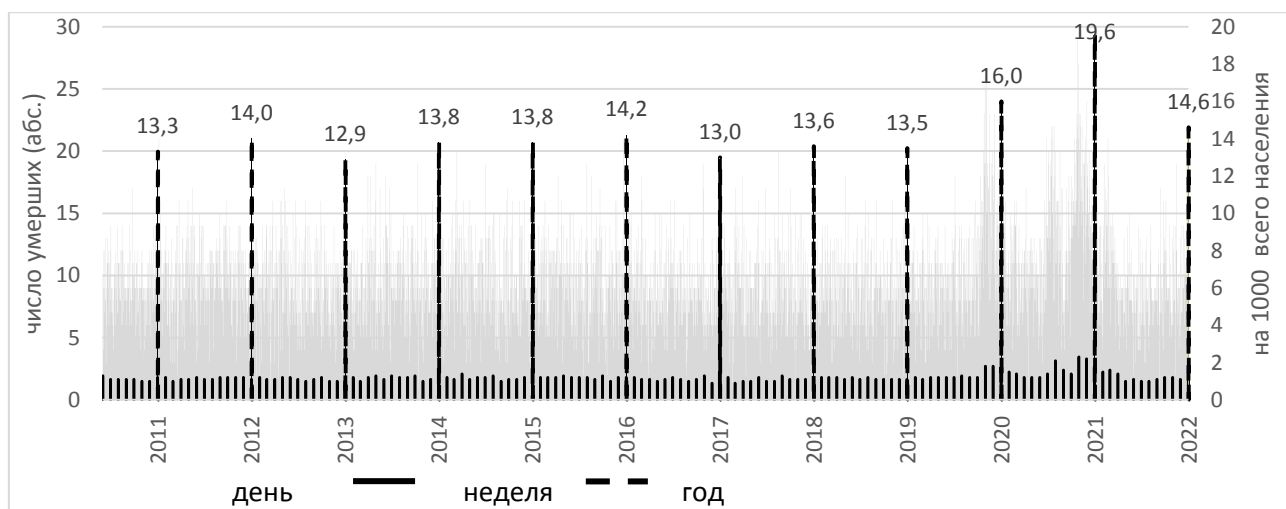
На основании гигиенических характеристик основных природно-климатических и антропогенных факторов среды обитания и выявления ассоциированности КС населения ИО с факторами среды обитания и оценки уровня риска была поставлена следующая задача нашего исследования: провести оценку зависимости смертности населения от воздействия комплекса факторов среды обитания (загрязнение атмосферного воздуха, метеопараметры, активность биологического стрессора – COVID-19) на примере модельного города Братска.

Глава 5. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА БРАТСКА

Как показано в предыдущих главах, II кластер объединяет МО, в которых проживает более трети населения Иркутской области, в основном это промышленные центры, сформировавшиеся в середине прошлого века. Уровень КС данного кластера оценивается как «средний». Отметим, что на этих территориях достаточно полно проводится мониторинг индикаторов состояния здоровья и среды обитания, что определило выбор данного кластера как наиболее информативного для выявления проблем формирования потерь популяционного здоровья. Наиболее крупным из МО, входящих во II кластер, является г. Братск, численность которого позволяет получить репрезентативные данные при оценке влияния факторов среды на смертность населения.

5.1. Годовая динамика смертности населения

Уровень КС Братска за 2011–2022 гг. составляет 14,3‰ и это незначительно выше, чем в ИО (на 2,1%, $p > 0,05$). С 2011 по 2019 гг. среднее значение уровня среднегодовой смертности составило 13,6‰ (12,9–14,2‰), с 2020 по 2022 гг. – 16,7‰. Минимальный уровень 12,9‰ зарегистрирован в 2013 г., а максимальный в 2021 г. – 19,6‰. В 2022 г. уровень смертности всего населения снизился на 25,5% по сравнению с 2021 г. до 14,6‰, но остается выше уровня 2011 г. на 9,8% (рисунок 12).



Риснок 12 - Динамика посуточной (по основной оси - человек), среднемесячных и среднегодовых показателей (по вспомогательной оси - на 1000 всего населения) смертности населения г. Братска за 2011-2022 гг.

Выявлены гендерные различия показателя: уровень смертности мужчин колеблется от минимального - 15,4‰ (2017 г.) до максимального - 20,6‰ в 2021г., а женщин - 10,9‰ (2013 г.) и 19,0‰ (2021 г.), соответственно (рисунок 13). За весь изучаемый период максимальное различие показателя смертности между мужчинами и женщинами (на 49,5%) наблюдалось в 2011 г. (муж. 16,6‰, жен. 11,1‰, $p=0,000$).

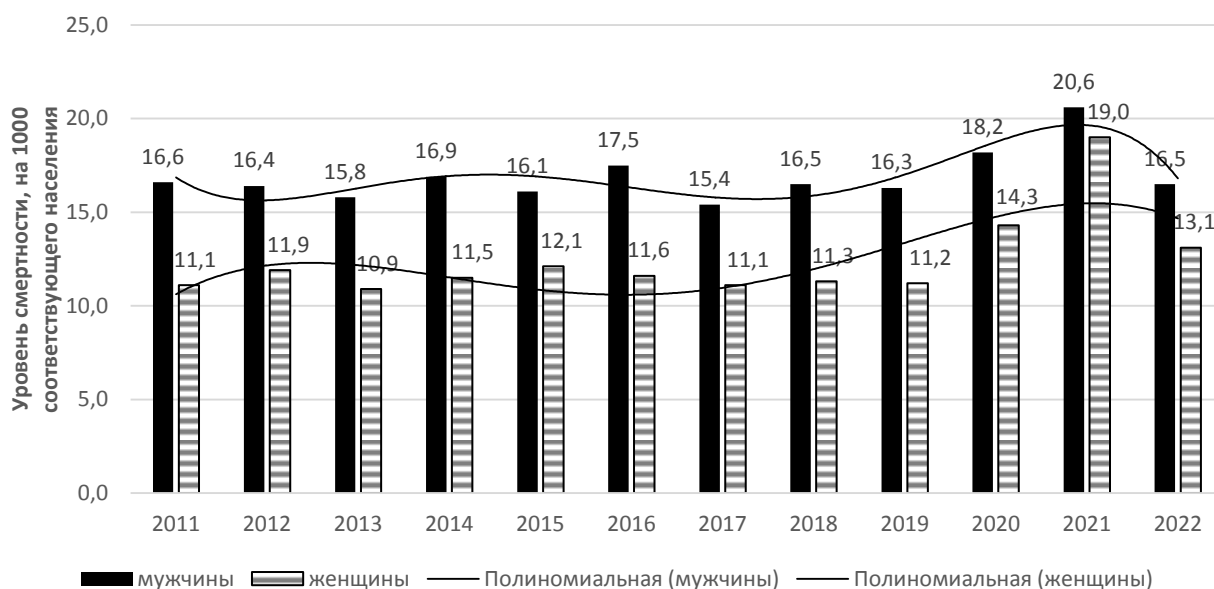


Рисунок 13 - Динамика показателей коэффициента общей смертности мужчин и женщин в промышленном г. Братске в период 2011-2022 гг., ‰

Структура причин смерти за 2011–2022 гг. в промышленном центре представлена на рисунке 14. Первое место занимали БСК (в среднем 49,0%), второе – ЗНО (15,5%), на третьем месте «внешние причины» в период 2011–2019 гг. (9,0%), и

COVID-19 в период 2020–2022 гг. (10,9%).

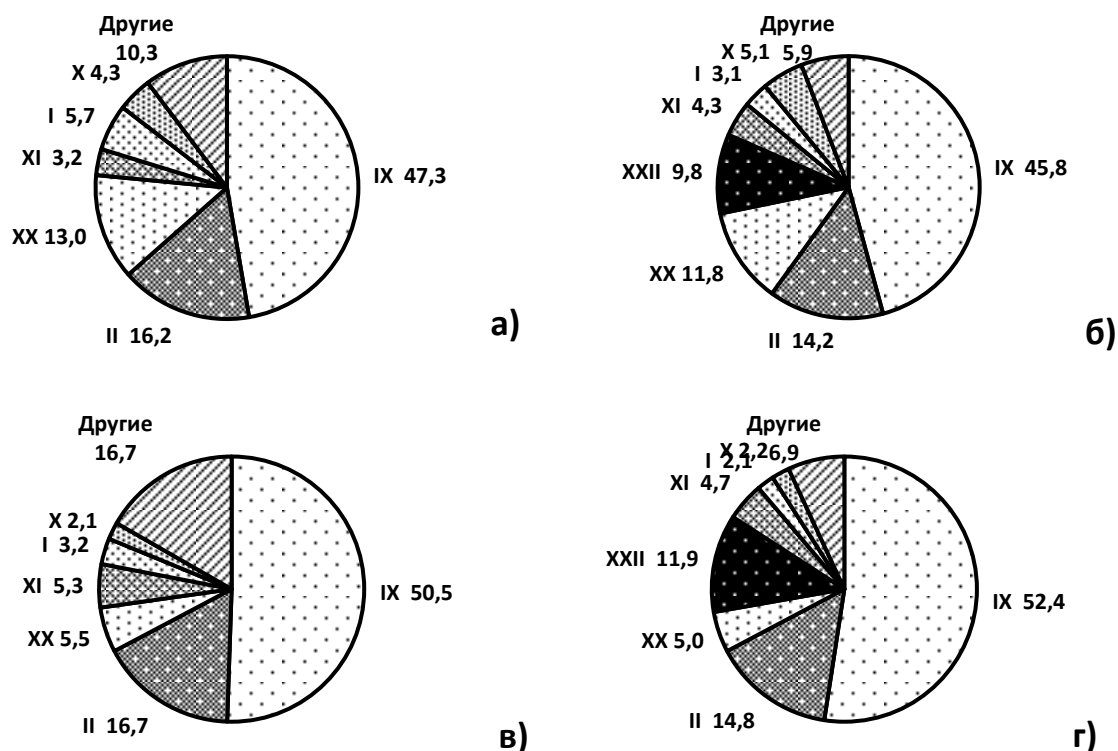


Рисунок 14 - Структура основных причин смерти населения г. Братска в 2011-2022 гг. (%): а) мужского пола в 2011-2019 гг; б) мужского пола в 2020-2022 гг; в) женского пола в 2011-2019 гг; г) женского пола в 2020-2022 гг.

Примечание: I - некоторые инфекционные и паразитарные болезни; II – новообразования; IX - болезни системы кровообращения; X - болезни органов дыхания; XI – болезни органов пищеварения; XX - внешние причины; XXII - коды для особых целей (COVID-19)

Выявлены различия в классах причин смерти как по полу, так и в разных наблюдаемых периодах. Доля причин смерти от БСК, от болезней органов пищеварения и от COVID-19 у женщин превалирует над мужской: на 10,8%, 31,6% и 21,4% соответственно. А по причинам смерти от некоторых инфекционных и паразитарных заболеваний, болезней органов дыхания и от внешних причин наблюдаются гендерные различия с перевесом числа умерших мужчин на 69,2%, в 2,2 раза и в 2,4 раза соответственно. Также отмечается, снижение доли умерших от ЗНО и внешних причин в период 2020–2022 гг. по отношению к 2011–2019 гг. на 12,1% и 9,7% соответственно. При сравнительном анализе доли умерших в период 2011–2019 гг. в сравнении с 2020–2022 гг. по возрасту выяснилось, что удельный вес умерших в

возрасте 80 лет и старше преобладает во втором исследуемом периоде (на 47,5%); в категории 60–69 лет также наблюдается рост во второй период (на 9,1%) (таблица 14). При изучении динамики показателя среднемесячной смертности выяснили, что показатель в основном находится в пределах 1,1–1,3‰. Минимум умерших зарегистрировано в марте 2018 г. (0,9‰), а максимальное число умерших зафиксировано в трех волнах подъема: первый октябрь-декабрь 2020 г., второй – июль-сентябрь и третий конец октября-середина декабря в 2021 г. с пиковыми значениями в ноябре 2020 г. (1,8‰), июль 2021 г. (2,1‰) и октябрь-ноябрь 2021 г. (2,3 и 2,2‰ соответственно) [17].

Таблица 14 - Возрастная структура смертности населения в г. Братске в периоды 2011–2019 гг. и 2020–2022 гг., %

Возраст (лет)	2011–2019 гг.	2020–2022 гг.
0-9	0,8	0,4
10-19	0,5	0,3
20-29	2,4	1,0
30-39	6,9	4,1
40-49	8,3	7,6
50-59	14,4	12,8
60-69	18,7	20,4
70-79	26,0	20,8
80 и более	22,1	32,6

Для выявления суммарного недельного пика проанализировали число умерших за каждую неделю периода 2017–2021 гг. (рисунок 15). Визуально представлено несколько волн подъема смертности населения в период 2020–2021 гг. Так в 2020 г. первая волна зафиксирована с 42 по 49 неделю с пиком умерших, приходящимся на 44–45 неделю, где регистрировалось до 130 чел. умерших в неделю и на 49 неделю (113 чел.). В 2021 г. наблюдались еще две волны подъема смертности жителей г. Братска. Первая – с 26 по 30 неделю (в среднем 108 чел.) с пиковым значением на 28 неделе (122 умерших). Вторая - с 40 по 49 неделю, где в среднем за неделю регистрировалось 119 потерь жизней. Максимум умерших (по 140 чел.) определились на 43–44 неделях, а также еженедельные пики зафиксированы на 1 неделе (94 чел.), на 8 неделе (90 чел.).

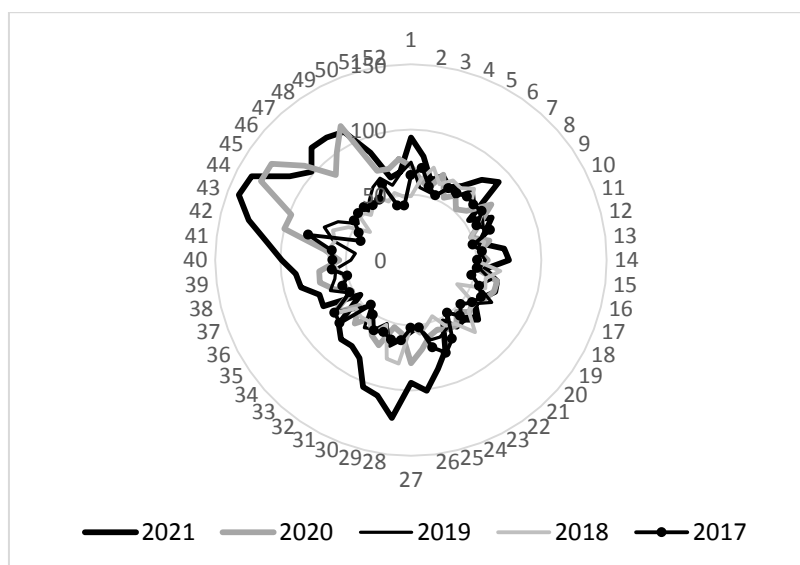


Рисунок 15 - Еженедельная динамика числа умерших в г. Братске от всех причин за 2017–2021 гг. (чел.)

В 2018 г. наблюдался пик числа умерших на 28–29 неделе: потери достигали 80 чел. В 2017 г. пик умерших пришелся на 42 неделю (81 чел.). В 2019 г. еженедельная динамика умерших без существенных подъемов [17].

Далее рассмотрели еженедельную динамику смертности населения г. Братска, исключив экзогенный фактор потерь жизней: внешние причины (2017–2021 гг.) и COVID-19 (2020–2021 гг.) (рисунок 16).

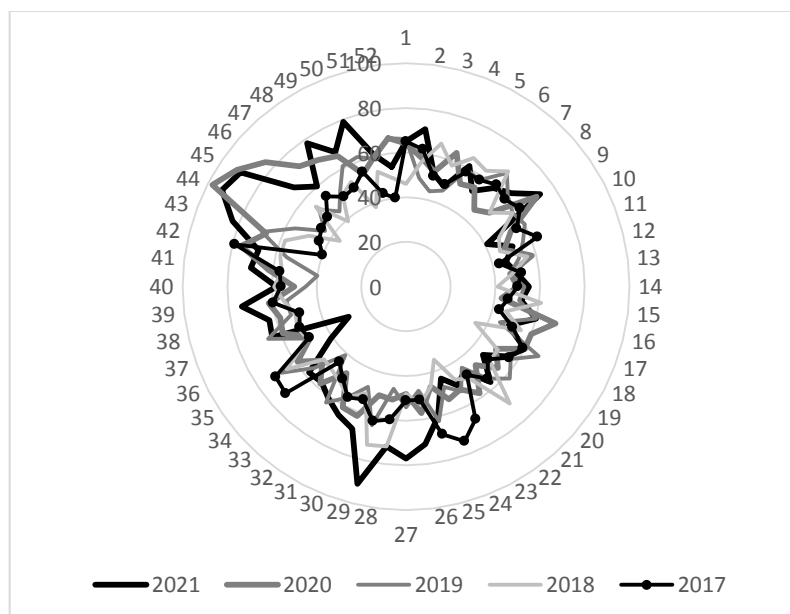


Рисунок 16 - Еженедельная динамика числа умерших в г. Братске от всех причин, исключая новую коронавирусную инфекцию COVID-19 за 2017–2021 гг. (чел.)

Установили, что при исключении вышеуказанных причин, в 2017–2019 гг.

средненедельное число потерь уменьшилось на 4 случая, а в 2020 г. количество умерших – на 11 чел. (с 69 до 58 чел.), а в 2021 г. – на 22 чел. (с 83 до 61 чел.) [17].

Таким образом, подтверждается избыточная смертность от эндогенных причин в 2021–2022 гг., а также максимумы КС от других причин, зафиксированные в эти же сроки, что определило необходимость рассмотреть условия формирования смертности населения в динамике.

5.2. Анализ годовой изменчивости условий среды обитания и факторов образа жизни

Результаты оценки вариативности показателей, включенных в систему «среда обитания и здоровье населения» представлены в таблице 15.

Таблица 15 - Характеристика вариативности показателей среды обитания и здоровья населения Братска за 2011–2021 гг. [42]

Показатели		Me	IQR	Тпр, %	SD	CV, %
Валовые выбросы	X ₁	159	50,3	-3,1	19	12,8
Интегральный показатель загрязнения атмосферы	X ₂	24	27	-0,9	10	35,4
Атмосферное давление	X ₃	718	9	-0,1	5	0,7
Относительная влажность	X ₄	71	5	-0,6	5	7,2
Среднегодовая температура	X ₅	32	3	-0,6	2	7,2
Среднемесячная заработная плата работников	X ₆	40943	19308	8,9	4	26,4
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя	X ₇	23	2	1,1	1	4,0
Обеспеченность врачами	X ₈	25	3,6	0,9	11293	5,2
Укомплектованность врачебными кадрами	X ₉	47	5,1	0,3	1	4,3
Обеспеченность койками круглосуточного пребывания	X ₁₀	53	4,9	-0,7	1	2,9
Объем инвестиций в основной капитал на 1 человека	X ₁₁	103190	61291	-2,5	2	55,6
Полная учетная стоимость основных	X ₁₂	19281301	1415852	7,1	2	18,2

фондов предприятий						
Встречаемость факторов риска ХНИЗ (отягощенность наследственность БСК, ЗНО, ХОБЛ, СД)	X ₁₃	35	22,4	4,9	66105	16,5
Удельный вес лиц с оптимальным питанием	X ₁₄	75	68,1	-6,9	3395971	31,2
Распространенность табакокурения	X ₁₅	35	26,6	-7,5	6	29,0
Удельный вес лиц с достаточной физической активностью	X ₁₆	50	48,3	-5,2	21	29,3
Распространенность избыточного потребления алкоголя	X ₁₇	8	9,4	-9,2	9	52,6
Распространенность потребления наркосодержащих веществ	X ₁₈	6	4,5	-9,0	13	45,6
Коэффициент смертности	X ₁₉	14	6,7	3,9	4	13,6
Общая заболеваемость	X ₂₀	190800	48295,5	1,2	2	8,2
Общая заболеваемость ЗНО	X ₂₁	5393	1887,3	3,5	2	12,4
Общая заболеваемость БСК	X ₂₂	26148	6859,2	-1,0	15457	8,4
Общая заболеваемость БОД	X ₂₃	46957	13805,4	3,0	640	7,9
Инвалидность детского населения	X ₂₄	21	1,7	-0,6	2220	2,9
Инвалидность взрослого населения	X ₂₅	88	14,7	-0,6	3751	5,3

Примечание: Me – медиана, IQR – размах, Тпр – среднегодовой темп прироста/снижения, SD – стандартное отклонение, CV – коэффициент вариации.

Показатели вариативности разделены на три кластера: 1-й включал только Me; 2-й объединил SD и IQR; 3-й представлен Тпр и CV. Отметим, что 1-й и 2-й кластеры представлены непосредственно в единицах измерения характеристик СО и ЗН, а 3-й показателями, нормированными относительно средних и переведенными в %. Из всех рассмотренных показателей вариативности наиболее удален 1-й кластер, Евклидово расстояние между 1-м и 2-м кластерами составило 15,18; 1-м и 3-м - 27,53, расстояние между 2-м и 3-м кластерами =12,34.

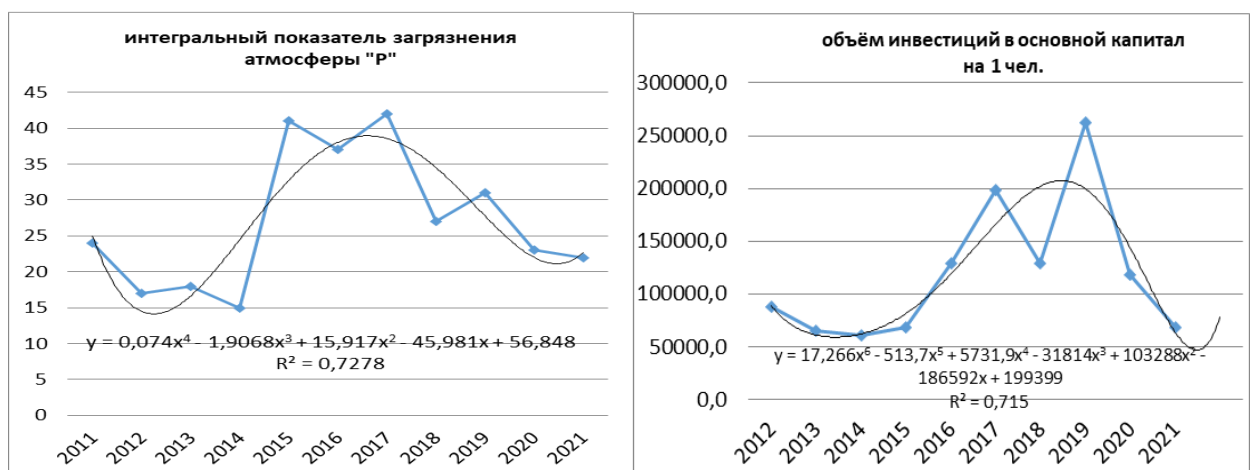
На втором этапе при ранжировании по CV у 56% рассматриваемых характеристик выявлена незначительная вариативность: распространенность

оптимального питания, табакокурения, достаточной физической активности; стоимость основных фондов и заработная плата попали в диапазон слабой вариативности. CV загрязнения атмосферного воздуха = 35,4%, потребление наркосодержащих веществ = 45,6%, что свидетельствует об умеренной вариативности. Отмечена заметная вариативность по распространенности избыточного потребления алкоголя и объему инвестиций в основной капитал ($CV \geq 50,0\%$).

По среднегодовому темпу прироста/снижения, все анализируемые показатели можно разделить на 2 группы. В первую группу, с незначительным среднегодовым темпом прироста/снижения (от -3,0 % до +3,0 %), вошли 14 показателей: x_2 – x_5 , x_7 – x_{11} , x_{20} , x_{22} – x_{25} . Вторую группу, с более значительным среднегодовым темпом прироста/снижения (более $\pm 3,0\%$), составили остальные 11 показателей (см. таблицу 16).

Практически у всех показателей, отнесённых к первой группе с незначительными среднегодовыми темпами прироста/снижения, коэффициенты вариации менее 16,7 %, исключение составили: загрязнения атмосферного воздуха (x_2) и объем инвестиций (x_{11}).

В динамических рядах четырех показателей коэффициенты вариации более 33,3%, что свидетельствует о чрезвычайно высокой вариативности (или неоднородности) значений за исследуемый период: x_2 , x_{11} , x_{17} и x_{18} , что наглядно представлено на рисунке 17.



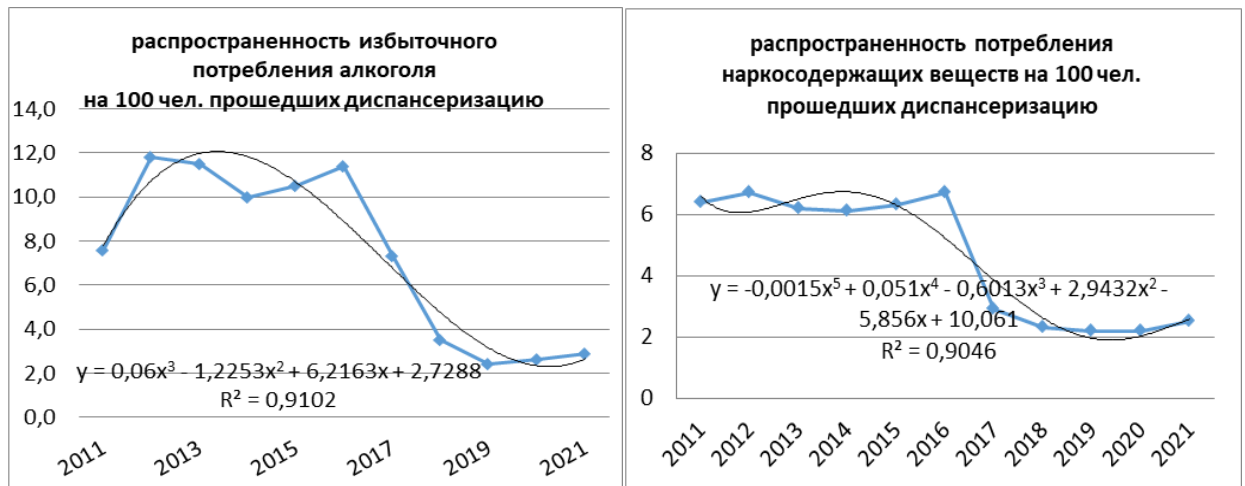


Рисунок 17 - Динамика наиболее вариативных характеристик (x_2 , x_{11} , x_{17} , x_{18}) в г. Братске за 2011–2021 гг. [43]

Объем инвестиций в основной капитал имеет «пики» в 2017 и 2019 годах, когда уровни превышали показатели других годов в 2–5 раз. В динамике распространенности потребления алкоголя и наркосодержащих веществ отмечается стабильное снижение с 2017 года в 6 и 3 раза соответственно [43]. Вариативность, исследуемых характеристик по группам представлена в таблице 16.

Таблица 16 - Матрица показателей «среда обитания – здоровье населения» Братска за 2011–2021 гг. по уровню вариативности [43]

Группа показателей	Уровень вариативности			
	незначительный	слабый	умеренный	заметный
загрязнение атмосферного воздуха	—	x_1	—	x_2
климат	x_3, x_4, x_5	—	—	—
социально-экономические показатели	$x_7 - x_{10}$	x_{12}	x_6	x_{11}
образ жизни	—	x_{13}	$x_{14} - x_{16}$	x_{17}, x_{18}
здоровье населения	$x_{20}, x_{22} - x_{25}$	x_{19}, x_{21}	—	—

Установлено, что за 11 лет мало изменились факторы, характеризующие климат г. Братска, а показатели загрязнения воздуха имели как незаметный (валовые выбросы), так и значительный (интегральный показатель «Р») уровень вариативности. В динамике «Р» выявлен рост в середине периода наблюдения и снижение в 2019–2021 г., что на фоне сохранения эмиссии от стационарных источников может быть связано с реализацией проекта «Чистый воздух» [54]. Однако анализ динамики

концентраций аэрополлютантов за 30 лет не позволил выявить снижение риска здоровью, связанному с загрязнением приземных слоев атмосферного воздуха [131].

Характеристики комплекса факторов риска, связанных с образом жизни взрослого населения, в период 2011–2022 гг. более подробно представлены в таблице 17. Потребление алкоголя населением за 12-летний период снизилось на 59,2% к 2022 г. (3,1‰) по сравнению с 2011 г. (7,6‰). В динамике употребления наркотиков за изучаемый период прослеживается также снижение показателя на 56,3% (от 6,4‰ до 2,8‰). Кроме того, отмечается уменьшение частоты негативных привычек в категориях: «курение табака» на 20,2% и «неоптимальное питание» на 5,0%. Фактор риска «низкая физическая нагрузка» за 12-летний период практически находился в пределах среднего значения $45,8 \pm 4,65$.

Таблица 17 – Частота выявления факторов риска среди взрослого населения г. Братска в период 2011–2022 гг. (на 1000 взрослого населения)

годы	Неоптимальное питание	Низкая физическая активность	Курение табака	Употребление алкоголя	Употребление наркотиков
2011	73,8	51,2	36,1	7,6	6,4
2012	77,1	49,7	36,4	11,8	6,7
2013	74,6	48,9	34,8	11,5	6,2
2014	73,8	45,7	32,5	10,9	6,1
2015	75,7	49,7	35,3	10,5	6,3
2016	82,1	51,4	36,5	11,4	6,7
2017	86,2	61,0	37,1	7,3	2,9
2018	80,9	53,4	35	2,5	2,3
2019	64,7	42,3	29	2,4	2,2
2020	18,1	12,7	10,5	2,6	2,2
2021	36,2	30,1	16,6	2,9	2,5
2022	70,1	53,2	28,8	3,1	2,8
Средняя (±ошибка)	$67,8 \pm 7,15$	$45,8 \pm 4,65$	$30,7 \pm 3,11$	$7,0 \pm 0,67$	$4,4 \pm 0,48$
минимум	86,2	61,0	37,1	11,8	6,7
максимум	18,1	12,7	10,5	2,4	2,2

Динамику негативных привычек населения г. Братска описывается следующими уравнениями:

употребление алкоголя - $y = -0,0718x^2 + 0,0156x + 10,83$, $R^2 = 0,6946$,

употребление наркотиков - $y = 0,0045x^2 - 0,5501x + 7,775$, $R^2 = 0,7399$,

курение табака - $y = -0,1791x^2 + 0,767x + 35,432$, $R^2 = 0,4835$,

низкая физическая активность – $y = -0,156x^2 + 0,6137x + 50,237$, $R^2 = 0,1768$,
неоптимальное питание - $y = -0,4866x^2 + 3,4235x + 71,866$, $R^2 = 0,3405$.

Коэффициент аппроксимации отражает максимальную близость значений линии тренда к фактическим показателям по категориям «употребление наркотиков» и «употребление алкоголя». Возможно, недостаточно высокий коэффициент аппроксимации связан в организационных проблемах диспансеризации населения, характерные для 2020 года.

Представляет особый интерес динамика заболеваемости населения с учетом приоритетных классов болезней. При изучении общей заболеваемости БСК населения г. Братска имеет значительную вариабельность от минимального уровня в 2021г. (23156,6‰), до максимального в 2018 г. (30015,8‰) (рисунок 18).

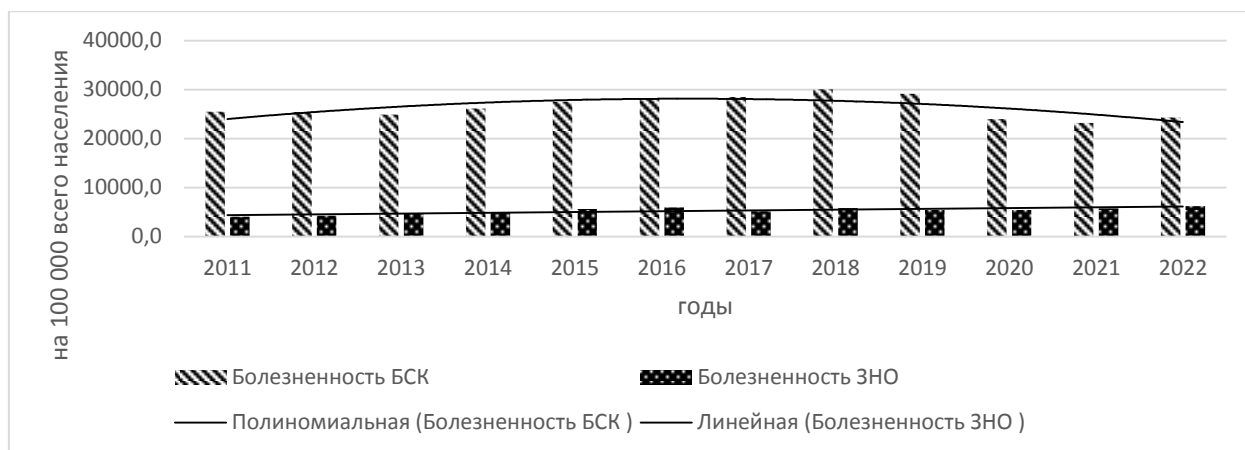


Рисунок 18 - Динамика общей заболеваемости БСК и ЗНО населения г. Братска в период 2011-2022 гг.

Общая заболеваемость ЗНО населения имеет тенденцию постепенного повышения от 2011 г. (4043,1‰) до 2022 г. (6178,1‰) на 52,8%. Средний уровень болезненности ЗНО за изучаемый период составил 5249,2‰. Линейное уравнение тренда $y = 156,07 - 4234,7$ с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,69$ более полно описало динамику болезненности ЗНО, чем уравнение полиномиального тренда $y = -147,23x^2 - 1855,6x + 22288$ с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,54$ динамику болезненности БСК.

Динамика индикаторов риска от эндогенных и медико-социальных факторов среди населения г. Братска представлена в таблице 18. Проанализирована частота отягощенной наследственностью ХНИЗ (БСК, ЗНО, ХОБЛ, СД) у взрослых пациентов. Наблюдается разброс показателей от минимального 11,2‰ (2022 г.) до

максимального 15,8‰ (2018 г.), в качестве «выскакивающих» из динамического ряда можно считать показатели 4,8‰ и 7,0‰ в 2020-2021 гг.. Это объясняется ограничением обращаемости населения за амбулаторной медицинской помощью в период COVID-19. В 2022 г. в среднем у 11 человек из 1000 выявляется отягощенная наследственность ХНИЗ и это на 8,2% больше, чем 12 лет назад. Изучив динамику доли прошедших диспансеризацию взрослого населения от числа подлежащих, пришли к выводу, что в 2021–2022 гг. показатель удвоился в сравнении с периодом 2011–2020 гг., где данная доля на протяжении 10-летнего периода практически не менялась (средняя 34,4%). Это связано с проведением диспансеризации реконвалесцентов по новой коронавирусной инфекции и большим вниманием к своему здоровью взрослого населения.

Таблица 18 - Динамика индикаторов риска от эндогенных и медико-социальных факторов среди населения г. Братска (2011–2022 гг.)

годы	Прошедшие диспансеризацию *	Отягощенная наследственность ХНИЗ**	Обеспеченность ККП***	Укомплектованность врачами****
2011	33,4	12,2	55,1	47,9
2012	33,7	12,4	54,2	45,1
2013	34,1	12,8	54,3	45,0
2014	35,2	13,2	52,8	45,2
2015	38,0	12,9	52,7	45,6
2016	34,8	13,0	54,3	45,5
2017	34,8	13,1	52,8	46,5
2018	34,6	15,8	51,3	48,5
2019	34,7	12,7	50,2	50,1
2020	31,1	4,8	52,5	49,5
2021	53,5	7,0	51,2	49,6
2022	83,3	11,2	54,5	46,4
Средняя (±ошибка)	40,1 ±4,25	11,8 ±0,98	53,0 ±5,07	42,8 ±4,46
минимум	83,3	15,8	55,1	49,6
максимум	31,1	4,8	50,2	45,0

*число лиц взрослого населения прошедших диспансеризацию от числа подлежащих, %;

**на 1000 взрослого населения, ‰;

***на 10000 всего населения, ‰/0000;

****отношение физических лиц к штатным должностям, %

Рассмотрев динамику укомплектованности врачебными кадрами (отношение числа физических лиц к штатным должностям) увидели непостоянность показателей динамического ряда: показатель 2011 г. (47,9%) снизился к 2012 г. на 5,8% и в течение периода 2012–2017 гг. не менялся и составлял в среднем 45,5%.

Среднее значение за 12-летний период составило 40,1%, $\pm 4,25$. В 2022 г. доля укомплектованности врачами ниже на 3,1% в сравнении с 2011 г. Среднее значение обеспеченности населения ККП в период 2011–2022 гг. составило 53,0‰, $\pm 5,07$, с максимальным значением 55,1‰ в 2011 г., а минимальное – в 2019 г. (50,2‰).

При изучении ассоциированности коэффициента смертности с показателями среды обитания, образа жизни выявлены как прямые статистически связи (с заработной платой $r=0,71$ ($p=0,049$), средней площадью жилых помещений $r=0,68$ ($p=0,050$), распространенностью факторов риска ХНИЗ $r=0,81$ ($p=0,029$), табакокурения $r=0,79$ ($p=0,036$)), так и обратные (с распространенностью приверженности принципам оптимального питания $r=-0,76$ ($p=0,045$) и достаточной физической активности $r=-0,68$ ($p=0,05$)). На уровне тенденций отмечена зависимость от обеспеченности врачами $r=0,53$ ($p=0,062$), укомплектованности врачебными кадрами $r=-0,51$ ($p=0,065$), обеспеченности ККП $r=-0,38$ ($p=0,07$) [17].

С помощью коэффициентов корреляции при анализе среднегодовых данных выявлена зависимость КС от социально-экономических показателей, обеспеченности медицинскими ресурсами, приверженности населения принципам здорового образа жизни. Отсутствие связи смертности с климатическими факторами и загрязнением атмосферного воздуха отражает ограничения использования среднегодовых данных для выявления указанных зависимостей и высокую ассоциированность их при изучении суточных данных и определяет необходимость изучения связей в системе «окружающая среда - показатели здоровья» на муниципальном или локальном уровнях [230].

5.3. Анализ зависимости смертности населения от основных неинфекционных заболеваний с учетом сезонной динамики концентраций химических аэрополлютантов

Наиболее высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха характерны для бенз(а)пирена и РМ_{2,5}, формальдегида (таблица 19). У данных веществ медиана и квартили среднемесячных концентраций превышали соответствующие (RfCch) и составили: у РМ_{2,5} - 2,23 (1,67–2,62), у формальдегида 2,83 (2,67–3,33), у бенз(а)пирена – 4,65 (2,19–8,43). Периодически высокого уровня достигали взвешенные вещества (Q3 кратности превышения RfCch - 1,28, максимум - 2,05),

PM10 (максимум - 2,48), бензол (максимум – 3,33) [47].

Таблица 19 - Среднемесячное содержание поллютантов в атмосферном воздухе г. Братска за 2017–2022 гг. [47]

Поллютанты	Кратность референтной концентрации					CV, %
	Me	Минимум	Максимум	Q ₁	Q ₃	
Взвешенные вещества	0,19	0,03	2,05	0,05	1,28	124,1
PM10	0,76	0,42	2,48	0,58	0,87	62,7
PM2,5	2,23	1,07	7,87	1,67	2,62	69,5
Оксид углерода	0,10	0,07	0,20	0,07	0,13	39,3
Диоксид азота	0,41	0,37	0,85	0,39	0,50	32,3
Твердые фториды	0,23	0,15	0,31	0,15	0,31	28,4
Гидрофторид	0,21	0,14	0,29	0,14	0,21	27,4
Формальдегид	2,83	1,67	5,33	2,67	3,33	30,0
Бенз(а)пирен	4,65	0,76	14,20	2,19	8,43	77,8
Бензол	0,11	0,05	3,33	0,08	0,61	167,2
Фенол	0,28	0,00	0,67	0,13	0,37	64,3
Диоксид серы	0,18	0,02	0,46	0,11	0,35	69,3

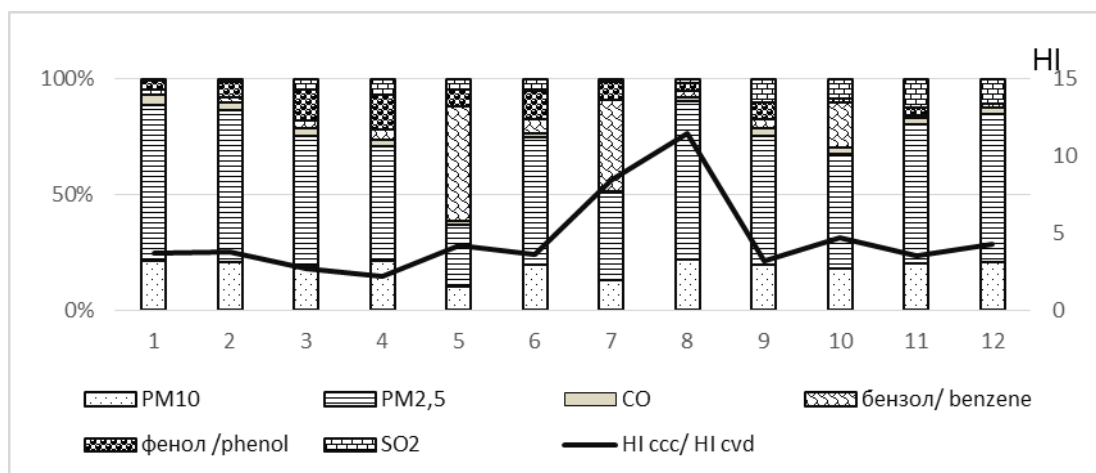
Примечание: Me – медиана, Q₁ и Q₃ - нижний и верхний квартили, CV - коэффициент вариации.

Коэффициенты вариации свидетельствуют о стабильном поступлении в атмосферный воздух Братска гидрофторида, твердых фторидов, формальдегида и диоксида серы. Значительный разброс характерен для бензола, взвешенных веществ, бенз(а)пирена. За изучаемый период в Братске также зарегистрировано значимое снижение среднегодовых концентраций по большинству веществ: гидрофториду – на 50,0%, оксиду углерода – на 60,0%, диоксиду азота – на 72,0%, однако содержание взвешенных веществ увеличилось на 14%. Отмечены особенности сезонной динамики аэрополлютантов: максимальные колебания ИС характерны для бенз(а)пирена (22,0% - в теплый сезон, 214,0% – в холодный), сезонность формальдегида имеет обратную направленность (219,0 и 65,0%, соответственно). Размах ИС прочих веществ относительно невелик (60,0–140,0%) и коррелирует между собой, что может отражать единство основных источников выбросов.

С гигиенических позиций содержание примесей в приземном слое атмосферного воздуха населенных мест важно оценить по возможности вызвать негативные реакции организма. Наиболее высокие значения индекса опасности,

связанной с ингаляционной экспозицией, наблюдались в Братске для органов дыхания ($HI_{\text{БОД}}=7,8$), сердечно-сосудистой системы ($HI_{\text{бск}}=4,7$). Величины и долевой вклад отдельных поллютантов HI , представлены на рисунке 19.

А/А



Б/В

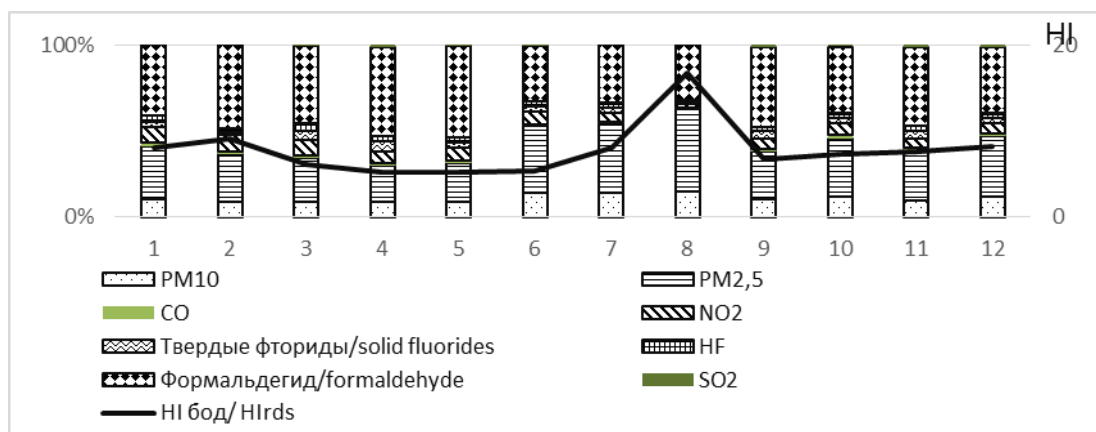


Рисунок 19 - Уровень и структура ингаляционных индексов опасности для системы кровообращения (А) и органов дыхания (Б) [47]

Тренды HI имеют нелинейный характер, максимумы приходятся на июль-август, превышая среднегодовой уровень $HI_{\text{бск}}$ в 2,3 раза ($p=0,004$), а $HI_{\text{БОД}}$ – в 2,2 раза ($p=0,056$). Долевой вклад в величину $HI_{\text{бск}}$ отдельных поллютантов в течение года различается, так $PM_{2,5}$ определяет 27,0% интегрального показателя в мае и 69,0% - в августе, PM_{10} – 10,0% и 22,0%, соответственно. Вероятнее, рост загрязненности $PM_{2,5}$ связан с лесными пожарами в северных территориях Сибири, что рассмотрено в работах [48, 180]. Зарегистрированные максимумы $PM_{2,5}$, PM_{10} в летние месяцы обусловлены загрязнением воздушной среды в результате длительных массовых ландшафтных пожаров северных территорий Иркутской области, Республики Саха (Якутия) [126, 127, 180, 219]. Доля вклада фенола, напротив, минимальная в августе (3,0%) и максимальная – в марте (13,0%). В величину $HI_{\text{БОД}}$ основной вклад вносят:

формальдегид (максимум в июне -52,0%, минимум – в июле -31,0%), PM_{2,5} (47,0% - в августе, 20,0% - в апреле), диоксид азота (максимум – 9,0% в январе-феврале, минимум – в августе 2,0%) [47]. Выявлены статистически значимые корреляционные связи по разовым концентрациям между количеством взвешенных веществ и оксидом углерода ($r_s=0,62$), диоксидом азота ($r_s=0,59$), гидрофторидом ($r_s=0,51$), формальдегидом ($r_s=0,52$), бензапиреном ($r_s=0,49$); PM_{2,5} и PM₁₀ ($r_s=0,97$), оксидом углерода ($r_s=0,63$), диоксидом азота ($r_s=0,48$), формальдегидом ($r_s=0,54$). Концентрации фенола и бензола имели прямую корреляционную связь для между собой ($r_s=0,50$) [47].

Для выявления связи КС и загрязнения атмосферного воздуха в разрезе месячного мониторинга представили данные о КС. Первый ранг среди причин смерти населения Братска имели БСК, КС составил в возрастной группе 20–39 лет 602,8 (458,6 - 650,7) случаев на 100000 человек, в 40–64 года – 608,8 (508,1 - 658,6), различий не выявлено ($p > 0,05$). В возрастной группе старше 65 лет рост КС составил 6,9 раза, различия с КС в более молодых группах статистически значим ($p = 0,000$) (таблица 20).

Таблица 20 - Характеристика среднемесячной смертности населения г. Братска за 2017–2022 годы [47]

Причины смерти, возрастные группы	Коэффициенты смертности, на 100000 человек					CV, %
	Me	Минимум	Максимум	Q ₁	Q ₃	
БСК, 20–39 лет	602,8	117,0	733,7	458,6	650,7	31,2
БСК, 40–64 года	608, 8	390,2	764,9	508,1	685,6	19,5
БСК. 65+лет	4159,2	3358,0	6358,7	3830,4	4991,9	19,4
БОД, 40–64 года	78,1	15,6	129,0	40,7	95,2	52,4
БОД, 65+лет	246,0	103, 8	553,1	218,5	410,8	48,1
ЗНО, 40–64 года	250,0	124,9	322,6	226,3	277,6	21,8
ЗНО, 65+ лет	962,4	750,2	1451,9	878,6	1088,9	20,9

Примечание: Me – медиана, Q₁ и Q₃ - нижний и верхний квартили, CV - коэффициент вариации.

Второй ранг имели ЗНО, КС составил в 40–64 года 250,0 (226,3–277,6) случаев на 100000 человек, в возрасте 65+ лет показатель достоверно увеличился 962,4 (878,6–1088,9) ($p=0,000$). Среди рассматриваемых причин смерти БОД занимают третье место показатель в группе 40–64 года составил 78,1 (40,7–95,2), а в возрасте 65+ он увеличивается в 3,1 раза ($p=0,000$).

ИС смертности имел значительные колебания в течение года и различался по возрастным группам и классам болезней. Кроме того, отмечены изменения сезонности в период пандемии COVID-19. Так в 2017–2019 годах ИС коэффициента смертности от БСК находился на максимальных уровнях в возрастных группах 20–39 лет и 40–64 года в холодный сезон (140–160%) минимальные уровни зарегистрированы в переходный и теплый сезоны (35–37%); в старшей возрастной группе максимум наблюдался в переходный (120–140%), минимум – в теплый сезон (79–83%). Смертность по причине БОД во всех группах преобладала в зимний сезон (ИС=110–201%), самые низкие уровни ИС зарегистрированы летом и в переходный сезон. КС от ЗНО имел несколько максимумов (летом ИС достигал 143%, зимой – 130%), в переходный сезон ИС= 74–88%. В период пандемии ИС смертности имел значимые колебания лишь в старшей возрастной группе: по причине БСК наиболее высокие значения ИС отмечены зимой (140–161%), минимальные – летом (64–77%), от ЗНО в переходный сезон (120–141%) и в зимний (67–82%) сезоны соответственно. Особый интерес представляет анализ сезонности КС, связанного с БОД. Максимальные уровни отмечались в 2020 году в группе 40–64 года с августа по ноябрь (120–141%), в группе 65+ - в октябре - ноябре (231–309%); в 2021 году критический период наблюдался с июня по ноябрь в группе 40–64 года (113–193%), в 65+ - с июня по декабрь (123–178%), в 2022 году сезонность отмечена только в старшей группе (в январе - марте ИС=120–142%) [46].

Следует также отметить, что КС ассоциированы с концентрациями аэрополлютантов преимущественно в старшей группе. Так, в оба изучаемых периода выявлена прямая статистически значимая корреляционная связь между КС БСК и содержанием СО ($r_s = 0,3-0,4$), твердыми фторидами ($r_s = 0,5-0,7$); а в 2020–2022 годах, кроме того со взвешенными веществами ($r_s = 0,5$) и NO_2 ($r_s = 0,76$). Также в оба периода отмечена связь КС ЗНО и СО ($r_s = 0,4-0,63$), твердыми фторидами ($r_s = 0,5-0,52$), в период 2020–2022 гг. дополнительно – с взвешенными веществами ($r_s = 0,49$). КС БОД коррелировал с концентрациями твердых фторидов ($r_s = 0,51$) и NO_2 ($r_s = 0,34$) в 2017–2019 годах [46].

Уровни загрязнения в Братске имеют выраженную сезонность – максимум приходится на холодный сезон (ноябрь — март), что объясняется как большей интенсивностью работы теплоэнергетики, так и спецификой метеопараметров и

орографических условий. Данные явления характерны и для других городов Сибири [55]. Для промышленных центров характерно многокомпонентное загрязнение, что определяет вероятность системных токсических рисков для населения. Выявленные в наших исследованиях достаточно тесные корреляционные связи между содержанием отдельных примесей в приземном слое атмосферы позволяют считать обоснованной возможность суммации их воздействия на организм. Индекс опасности для системы кровообращения характеризовался высокой изменчивостью в течение года. Причем, больше половины долевого вклад в уровень НИ в летний сезон (период максимального загрязнения) вносили $PM_{2,5}$, поступающие как из промышленных источников, так и в результате переноса дыма лесных пожаров и активизации транспортных потоков на автотрассах, не покрытых снегом. НИ для респираторной системы имел меньшую вариабельность в течение года и формировался преимущественно за счет концентраций не только $PM_{2,5}$, PM_{10} , но и формальдегида, диоксида азота, характеризующихся стабильными годовыми трендами.

Детальный анализ внутригодовой динамики смертности и факторов, влияющих на нее с использованием методов расчета индекса сезонности, наблюдается в исследованиях российских и зарубежных авторов [33, 224]. В настоящее время доказано, что при высоких уровнях загрязнения воздуха населенных мест увеличивается число летальных исходов, особенно у лиц с хроническими заболеваниями, в старших возрастных группах [202].

5.4. Изучение зависимости смертности населения г. Братска от факторов среды обитания по среднегодовым и среднемесячным данным

Для устранения погрешностей, связанных с определяющим значением возрастного состава населения, при оценке КС на относительно небольших массивах наблюдений, проведено моделирование возрастной динамики с помощью экспоненциальных уравнений.

Проведен анализ динамики фактических и расчетных повозрастных коэффициентов смертности населения г. Братска (таблица 21).

Таблица 21 - Смертность населения г. Братска от болезней системы кровообращения в 2017 и 2021 годы [42]

Возрастные группы	Годы					
	2017			2021		
	Численность населения, чел.	Число умерших, чел.	КС, %	Численность населения, чел.	Число умерших, чел.	КС, %
0 - 1	2430	0	0	1941	0	0
1 - 4	11279	0	0	8966	0	0
5 - 9	14879	0	0	14436	0	0
10 - 19	24007	0	0	27310	1	0,044
20 - 29	28837	4	0,140	22969	7	0,304
30 - 39	37314	33	0,884	37422	49	1,31
40 - 49	32020	75	2,344	32403	105	3,244
50 - 59	31460	193	6,134	28214	80	2,834
60 - 69	26068	302	11,584	26818	382	14,244
70 - 79	14242	391	27,454	13538	467	34,490
80 и старше	6750	418	61,924	8511	829	97,40

В результате численного решения задачи параметрической идентификации (поиска параметров модели α, β) найдены следующие значения для модели 2017 года: $\alpha^* = 0,0675$, $\beta^* = 0,0815$ и для модели 2021 года: $\alpha^* = 0,0215$, $\beta^* = 0,1002$ (таблица 22).

Таблица 22 - Параметры экспоненциальных уравнений повозрастной динамики коэффициентов смертности в 2017 и 2021 годах [42]

Характеристики	Годы	
	2017	2021
Коэффициент α^*	0,0675	0,0215
Коэффициент β^*	0,0815	0,1002
Коэффициент детерминации R^2	0,999	0,990
Ошибка аппроксимации А, %	-2,9	-1,05
Коэффициент эластичности E_i , %	- 91,6	- 84,1

Экспоненциальные уравнения, описывающие повозрастную динамику коэффициентов смертности имеют очень хорошие характеристики аппроксимации. Коэффициенты эластичности (E_i) свидетельствуют о значительном влиянии возраста (независимая переменная x) на зависимую переменную Y (коэффициент смертности по причине БСК).

На рисунке 20 представлены зависимости КС от возраста, фактические и построенные с помощью полученных моделей для 2017 и 2021 гг.

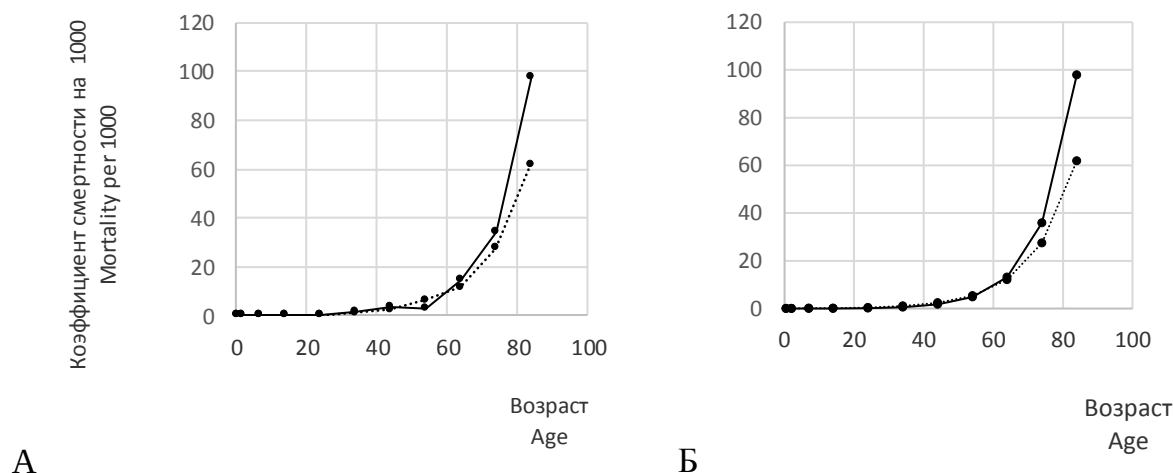


Рисунок 20 - Динамика фактических (А) и расчетных (Б) повозрастных коэффициентов смертности на 1000 населения соответствующего возраста г. Братска за 2017 и 2021 годы [42]

Вычислительные эксперименты показали, что избыточная смертность в период пандемии зарегистрирована в возрастных группах старше 60 лет (таблица 23).

Таблица 23 - Расчетные повозрастные коэффициенты смертности от БСК в 2017 и 2021 годы (на 1000 человек) [42]

Возрастная группа	Среднее значение возраста (х) по группе	Периоды		Избыточная смертность
		2017 (фоновый)	2021 (пандемия)	
0 - 1	0,5	0,068	0,023	-0,046
1 - 4	2	0,077	0,026	-0,051
5 - 9	7	0,116	0,043	-0,073
10 - 19	14	0,206	0,087	-0,119
20 - 29	24	0,466	0,238	-0,227
30 - 39	34	1,053	0,650	-0,402
40 - 49	44	2,378	1,772	-0,606
50 - 59	54	5,3718	4,830	-0,541
60 - 69	64	12,134	13,167	1,033
70 - 79	74	27,412	35,893	8,481
80 и старше	84	61,924	97,843	35,920

Максимальный уровень избыточной смертности от БСК в пандемийный год характерен для возрастной группы старше 80 лет (35,92 случая на 1000 человек данного возраста), в возрасте 70–79 лет – 8,48 ‰, в 60–69 – 1,03 ‰. С учетом

численности указанных возрастных групп в г. Братске количество дополнительных случаев составило соответственно: 305,7 (95% ДИ 305,3–306,1) случаев; 114,8 (95% ДИ 114,6–115); 27,7 (95% ДИ 27,6–27,8). Таким образом, суммарное число дополнительных случаев смерти от БСК оценивается как 448,2 (95% ДИ 448,0–448,4) случая, что составляет 40,3% от количества смертельных исходов по изучаемой причине в фоновый период.

Отметим, что ошибка аппроксимации разработанных зависимостей по данным 2017 года была выше, чем в 2021 в 2,8 раза, что позволяет предположить воздействие иных, не связанных с возрастом, факторов и определяет необходимость проведения дальнейших исследований. Полученные нами экспоненциальные уравнения, отражающие повозрастную динамику смертности имеют очень хорошие характеристики аппроксимации, что позволило их использовать на следующем этапе исследований – для оценки избыточной смертности, обусловленной воздействием аэрополлютантов.

Для выявления значимости отдельных поллютантов и метеопараметров была исследована линейная регрессионная модель зависимости коэффициентов смертности от климатических факторов и загрязнения атмосферы.

Так в 2017 г. к числу часто повторяющихся факторов относится диоксид азота, который включен в уравнения в пяти возрастных группах: 20–29 лет, 40–49 лет, и в старшем возрасте от более 60 лет (таблица 24). Максимальное число факторов (бенз(а)пирен, комфортный индекс патогенности погоды и указанный выше диоксид азота) ассоциированы с коэффициентом смертности в возрастной категории 40–49 лет. Из метеопараметров на уровень смертности населения в возрасте 30–39 лет оказывал влияние перепад давления в ночное время, а в 40–49 лет в течение суток. В возрастных категориях от 0 до 1 года и 50–59 лет не выявлено доказанных зависимостей внешнесредовых факторов на смертность населения. По результатам множественного регрессионного анализа среднемесячных данных за 2017 г. статистически доказана зависимость коэффициентов смертности только в возрастных группах: от 20 до 49 лет и в 70–79 лет. При этом диоксид азота можно расценивать, как критерий негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха, что соответствует данным исследований по среднегодовым данным, проведенных на различных территориях [201].

Таблица 24 - Зависимость месячной смертности населения г. Братска от внешнесредовых факторов в 2017 и 2021 годы

Возрастная группа (лет)	Математические зависимости	R ² скоррект.	P-знач.
2017 г.			
0-1	$y = 3,43 + 0,52x_1$	0,202	0,80
20-29	$y = 0,49 - 0,60x_7 + \mathbf{0,78x_2} - 0,60x_3$	0,622	0,012
30-39	$y = 8,15 - 0,68x_6 - 2,74x_{10} - 0,98x_4 - 0,56x_8 + \mathbf{1,99x_{11}} - 0,52x_{12} - 0,15x_5$	0,968	0,001
40-49	$y = 4,08 - 0,08x_5 + \mathbf{1,65x_3} + \mathbf{1,31x_8} - 1,39x_{11} + \mathbf{1,05x_{12}} - 0,41x_1 - 0,22x_5 + \mathbf{0,25x_2} + 0,05x_1 - 0,19x_7$	0,999	0,010
50-59	$y = 10,73 - 0,95x_1 + 0,82x_8 + 0,38x_2$	0,325	0,110
60-69	$y = 29,97 + \mathbf{1,18x_2} - 0,57x_4 + 0,31x_7 - 1,19x_5 - 0,58x_{12} + 0,85x_3 + 0,44x_6 + 1,25x_8 - 0,74x_{10} - 0,19x_1$	0,979	0,068
70-79	$y = 40,46 + \mathbf{1,03x_2} - 0,49x_4 - 0,61x_{10} - 0,33x_5 - 0,25x_3$	0,918	0,000
80 и старше	$y = 119,72 + \mathbf{1,56x_2} - 0,98x_{13} + 0,66x_3 + 0,69x_6 - 1,03x_{12} - 0,62x_5 - 0,40x_4$	0,648	0,103
2021 г.			
0-1	$y = 10,41 - 0,33x_6 - 0,29x_{13} + \mathbf{1,05x_9} - 3,85x_{10} + 4,02x_{11} - 0,82x_2 + \mathbf{0,36x_4} + \mathbf{0,13x_5} - 0,38x_{12} - 0,09x_1$	0,999	0,001
20-29	$y = -0,18 + 1,44x_4 + \mathbf{1,22x_5} - 2,06x_{12} + \mathbf{0,78x_1} + 1,48x_{10}$	0,712	0,021
30-39	$y = 2,47 + 1,24x_{10} + \mathbf{0,74x_5} + 0,426x_3 - 0,21x_9$	0,811	0,002
40-49	$y = 4,02 + \mathbf{1,45x_6} - 1,64x_9 + \mathbf{0,76x_3} - 4,17x_{11} + \mathbf{2,67x_{10}} + 1,43x_{12}$	0,880	0,005
50-59	$y = 10,61 - 0,05x_5 - 1,22x_9 + \mathbf{1,56x_6} + \mathbf{0,74x_3} - 0,37x_2 + \mathbf{0,84x_4} - 0,51x_1$	0,941	0,004
60-69	$y = 15,47 + 0,45x_3 - 1,60x_{10} + \mathbf{0,66x_5} + \mathbf{0,52x_6} + \mathbf{1,37x_7} - 0,90x_2 + 1,06x_{12} + 0,09x_4 + 0,88x_8$	0,999	0,009
70-79	$y = 40,61 + 0,11x_3 - 0,59x_{12} + \mathbf{0,89x_5} - 1,20x_2 - 0,96x_7$	0,616	0,047
80 и старше	$y = -16,22 + \mathbf{1,24x_3} - 2,44x_{10} + \mathbf{3,53x_{11}} + \mathbf{1,24x_5} - 0,59x_4 + \mathbf{0,66x_1} - 0,21x_2 + \mathbf{2,18x_8} - 0,18x_7$	0,999	0,000

Примечание: где y – число умерших за месяц; факторы среды: x_1 -формальдегид, x_2 - NO_2 , x_3 -бенз(а)пирен, x_4 -взвешенные вещества, x_5 -фторид водорода, x_6 -твердые фториды, x_7 -острая неблагоприятная погода, x_8 -комфортная погода, x_9 -некомфортная погода, x_{10} -перепад атмосферного давления в течение дня, x_{11} -перепад атмосферного давления в течение ночи, x_{12} -перепад атмосферного давления в течение суток, x_{13} -CO. Полужирным шрифтом выделены статистически значимые предикторы.

В воздействии внешних факторов на смертность населения в 2021 г. отмечается их качественные разнообразия и количественный рост. Так самым частым аэрополлютантом, влияющим на смертность населения стал фторид водорода во всех

возрастных группах кроме категории 40–49 лет. Смертность населения зависела также от загрязнителей: твердых фторидов в возрасте 40–69 лет, взвешенных веществ в возрастных группах 0–1 год и 50–59 лет, бенз(а)пирен в 40–59 лет и старше 80 лет, формальдегид в 20–29 лет и старше 80 лет. Частота некомфортной погоды ассоциирована с коэффициентом младенческой смертности, а остро некомфортной со смертностью в группе 60–69 лет. Интересно отметить, что коэффициент смертности лиц в возрасте 80 лет и старше ассоциирован с частотой комфортной погоды, которая характерна для июля-августа, кроме того, в этой группе значимы перепады давления в ночное время.

При сравнении статистических характеристик уравнений регрессии 2021 г. и 2017 г. установлено, что в период пандемии возросла значимость влияния факторов среды обитания, в первую очередь, аэрополлютантов специфичных для промышленности города (фторсодержащих, бенз(а)пирена), а также взвешенных веществ, формальдегида. Вместе с тем, проведенная ранее оценка степени загрязненности воздушной среды г. Братска не выявила роста показателя по критерию риска для здоровья населения [47, 48, 57]. Наши результаты согласуются с данными о связи смертности с загрязнением атмосферного воздуха, выявленными в странах Европы и Северной Америки [179, 189, 215].

Таким образом, уровень вариативности отдельных показателей модели «Среда обитания и Здоровье населения» г. Братска за период 2011–2021 гг. был разнообразен – от незначительного до заметного. В течение исследуемого периода незначительная вариативность наблюдалась по природно-климатическим показателям, а наиболее разнообразная изменчивость характерна для социально-экономических показателей и загрязнения атмосферного воздуха. Выявлено значительное снижение распространенности потребления наркосодержащих веществ и злоупотребления алкоголя.

Изучение связей среднемесячных показателей химического и климатического воздействия выявило, что возрастными группами, наиболее чувствительными к химической экспозиции являются лица в возрасте 20–29 лет, 30–39 лет; в условиях пандемии увеличился вклад химических поллютантов в формирование уровня КС, к группам риска добавилась группа детей до года. К числу приоритетных загрязнителей, определяющих уровень КС от заболеваний всех классов за

исключением внешних причин, в фоновый год отнесены: бенз(а)пирен> взвешенные вещества> диоксид азота> твердые фториды> формальдегид> фторид водорода. При дополнительном воздействии биологического стрессора ранговый ряд приоритетных веществ изменился: формальдегид> бенз(а)пирен> взвешенные вещества> фторид водорода> диоксид азота> твердые фториды> оксид углерода. Уровень сверхсмертности в возрастной группе старше 60 лет по приоритетной причине смерти - БСК, на 17,4% и 1,6% зависит от загрязнения атмосферного воздуха РМ-10 в фоновый и пандемийный периоды.

В период воздействия риск-модифицирующего фактора биологической природы (пандемии COVID-19) среди городского населения в условиях пандемии произошел рост коэффициента смертности по причине болезней системы кровообращения, особенно выраженный в возрастных группах старше 60 лет: уровень избыточной смертности в возрасте старше 80 лет составил 35,92‰, в возрасте 70–79 лет – 8,48‰, в 60–69 – 1,03‰.

По данным за 2017 г. диоксид азота можно расценивать, как основной аэрополлютант, ассоциированный с уровнем смертности. В условиях снижения концентраций взвешенных веществ в атмосферном воздухе в 2021 году с высокого уровня до настораживающего количество дополнительных случаев смерти, связанных с содержанием РМ-10, сократилось с 194 (95% ДИ 193,6 - 195,1) до 5 (95% ДИ 4,8 - 5,1) случаев.

Зависимости множественной регрессии позволяют считать одной из косвенных причин, способствующих росту коэффициентов смертности воздействие многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха промышленного центра.

Во многих исследованиях показано, что твердые частицы являются приоритетным фактором риска заболеваемости и смертности по причине БСК [9, 47, 48, 56, 69, 103, 162, 188, 191]. В связи с этим нами проведен анализ ассоциированности содержания РМ-10 в атмосферном воздухе и коэффициента смертности. В 2017 году, в соответствии с расчетом, содержание в атмосферном воздухе РМ-10 составляло 0,13 мг/м³ и превышало референтную величину (RfC=0,04мг/м³). Среднегодовая концентрация СО зарегистрирована на уровне 0,65 мг/м³ (RfC=3,0 мг/м³). Контроль за содержанием в приземных слоях атмосферы гидроксибензола не проводился. В связи с указанным, вероятность избыточной

смертности рассчитана только для РМ-10, которая составила 0,003977. При этом число дополнительных случаев смертности от БСК, ассоциированных с воздействием РМ-10, в возрастной группе старше 60 лет оценивается в 194,4 (95% ДИ 193,6–195,1) или 17,4% от всех случаев смерти по причине БСК.

В 2021 году среднегодовое содержание в атмосферном воздухе веществ, обладающих негативным действием на сердечно-сосудистую систему значительно ниже, чем в доковидный период. По данным автоматизированного мониторинга среднегодовые концентрации зарегистрированы на уровне: РМ-10 = 0,045 мг/м³, СО = 0,33 мг/м³, гидроксибензола = 0,008 мг/м³. Вероятность избыточной смертности, обусловленной экспозицией РМ-10 и гидроксибензола составила 0,000273 и 0,000101, соответственно. Следовательно, число дополнительных случаев смертности от БСК в возрастной группе старше 60 лет оценивается в 18,4 (95% ДИ 18,0–18,7), из них 13,4 (95% ДИ 13,2–13,6), связанных с воздействием РМ-10 и 5,0 (95% ДИ 4,8–5,1) – с гидроксибензолом. Таким образом, 0,37 случая смерти на 1000 человек или 1,6% от всех случаев смерти по причине БСК в 2021 году ассоциировано с загрязнением атмосферного воздуха [42].

Проведенная оценка вариативности изучаемого индикатора популяционного здоровья (КС) и факторов среды обитания на примере модельного города Братска и промышленных центров, вошедших во II кластер, свидетельствует, что для разработки рекомендаций, направленных на снижение риска смертности и достижения целевых показателей реализации национальных программ, этапности их внедрения необходимо более подробно изучить зависимость смертности от наиболее информативных факторов.

ГЛАВА 6. ОБОСНОВАНИЕ МЕР УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Обоснование мер по минимизации риска здоровью предполагает изучение нескольких направлений реализации профилактических мер, их оценку и выбор альтернативы для внедрения в практику [25, 52, 94, 120, 135, 173, 187, 208]. Для выбора лучших медико-профилактических мер используется комплекс, включающий портфельный анализ ситуации, количественные методы прогнозирования, разработку сценариев будущего развития. В рамках научных исследований обычно реализуется первый этап из последовательной системы действий при выборе мер, которые предусматривают углублённое изучение состояния среды, целей и существующих мер. На данном этапе решаются следующие основные задачи: уяснение сущности выдвинутых целей, выработанных мер, их корректности и соответствия друг другу, а также состоянию среды. На втором этапе предполагается сравнение различных сценариев достижения комплексных мер для выбора оптимального решения.

Методом главных компонент с варимаксным вращением исходных данных сформированы три группы, факторные нагрузки (F_n) представлены в **Приложение Б**. Первая группа факторов (медико-социальные) с общей дисперсией 3,66 объясняет 33,3% вариаций КС, основную долю в суммарную факторную нагрузку вносят: обеспеченность населения ККП $F_n=0,820$, обеспеченность населения врачами $F_n=0,870$, общая инвалидность населения $F_n=0,912$, охват населения диспансеризацией $F_n=0,757$ (рисунок 21). Вторая группа факторов (социально-экономические) с общей дисперсией 1,76 объясняет 16,0% вариаций КС, наибольшую факторную нагрузку имеют: средняя заработная плата населения и обеспеченность населения жилой площадью ($F_n=0,740$ и $F_n=0,791$ соответственно). Условия среды обитания и образ жизни населения объединены в третьей группе, дисперсия которой составила 1,68, что объясняет 15,3% вариаций, где величина F_n загрязнения атмосферного воздуха - 0,877, доли лиц с факторами риска основных ХНИЗ - 0,696, а климатические условия имели меньшую нагрузку - 0,3416.

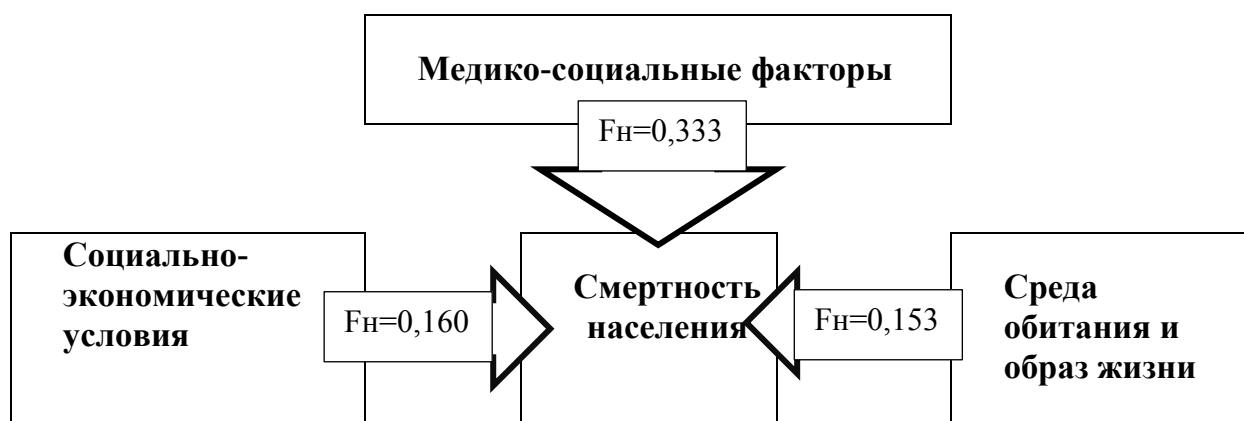


Рисунок 21 - Основные детерминанты смертности населения промышленных центров и их суммарная факторная нагрузка (по данным 2011–2021 гг.)

Для выявления ассоциированности уровня смертности населения промышленных центров были построены линейные регрессионные математические модели системы «КС - воздействие факторов среды обитания». Лучшее из них представлено следующим образом:

$$y = 17,714 + 0,543X_1 - 0,054X_2 + 0,049X_3 - 0,252X_4 - 0,011X_5 - 0,123X_6 + 0,177X_7 + 0,047X_8,$$

где y – смертность,

X_1 – размер жилой площади, m^2 на 1 чел.,

X_2 – обеспеченность ККП, на 10000 чел.,

X_3 – обеспеченность врачебными кадрами, на 10000 чел.,

X_4 – укомплектованность врачами физическими лицами, %,

X_5 – общая инвалидность взрослого населения, на 1000 чел. взрослых,

X_6 – выявленная отягощенная наследственность ХНИЗ из числа прошедших диспансеризацию, %,

X_7 – среднегодовая температура воздуха, $^{\circ}C$

X_8 – индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗ).

Характеристики статистической значимости уравнения свидетельствуют о достаточно хорошем качестве математической модели, что позволит использовать ее для сценарных расчетов ($R = 0,690$, $R^2 = 0,476$, точный критерий Фишера $F = 5,102$, $p = 0,0001$, стандартная ошибка оценки: 1,473).

При среднем уровне КС = 13,58 (95% ДИ 13,07–14,09) рассчитан коэффициент

эластичности включенных в уравнение объясняющих переменных (таблица 25). Ранговый ряд основных переменных может быть представлен следующим образом: общая инвалидность взрослого населения, обеспеченность койками круглосуточного пребывания, укомплектованность врачами физическими лицами, обеспеченность медицинскими кадрами, размер жилой площади, индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗ), выявленная отягощенная наследственность хроническими неинфекционными заболеваниями из числа прошедших диспансеризацию, среднегодовая температура воздуха.

Таблица 25 - Средние величины и коэффициенты эластичности предикторов смертности населения промышленных центров

Предикторы	Средняя величина предиктора, $x_{\text{сред}}$	Коэффициент эластичности	% дополнительных случаев смерти от среднего уровня	
			максимального	минимального
Размер жилой площади, м ² на 1 чел.	23,52	0,929	29,9	10,9
Обеспеченность ККП, на 10000 чел.	55,06	-1,618	-83,8	-54,9
Обеспеченность медицинскими кадрами, на 10000 чел.	27,69	0,240	8,7	9,4
Укомплектованность врачами физическими лицами, %	52,98	-2,210	-32,6	-33,4
Общая инвалидность взрослого населения, на 1000 чел. взрослых	101,21	-1,118	-66,4	-56,6
Выявленная отягощенная наследственность ХНИЗ из числа прошедших диспансеризацию, %	11,59	-0,361	-62,3	-26,5
Среднегодовая температура воздуха, °С	0,302	0,003	1,7	3,3
Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗ)	15,01	0,147	16,7	11,7

Исходя из величины коэффициентов эластичности, определены величины дополнительных случаев, ассоциированных с внешними детерминантами. Наибольший вклад в увеличение смертности вносят размер жилплощади, приходящийся на 1 человек, индекс загрязнения атмосферного воздуха. Снижение

смертности населения статистически связано с обеспеченностью ККП, укомплектованностью врачами, частотой факторов риска ХНИЗ и инвалидностью. Вероятно, настороженность практической службы здравоохранения при работе как с лицами, имеющими факторы риска ХНИЗ, так и с имеющими стойкую утрату трудоспособности, определяющую уровень инвалидности, позволяют увеличить продолжительность жизни указанных контингентов. Аналогичные наблюдения связи смертности населения с техногенными загрязнителями представлены в работах [45, 49, 54, 69, 124, 126, 207, 222] и с медицинскими факторами отечественных [7, 47, 66, 79, 86, 104, 115, 147, 157] и зарубежных исследователей [176, 198, 208, 237]. Расчетные КС при изменении отдельных изучаемых факторов на величины, наблюдаемые в промышленных центрах 2-го кластера представлены на рисунке 22.

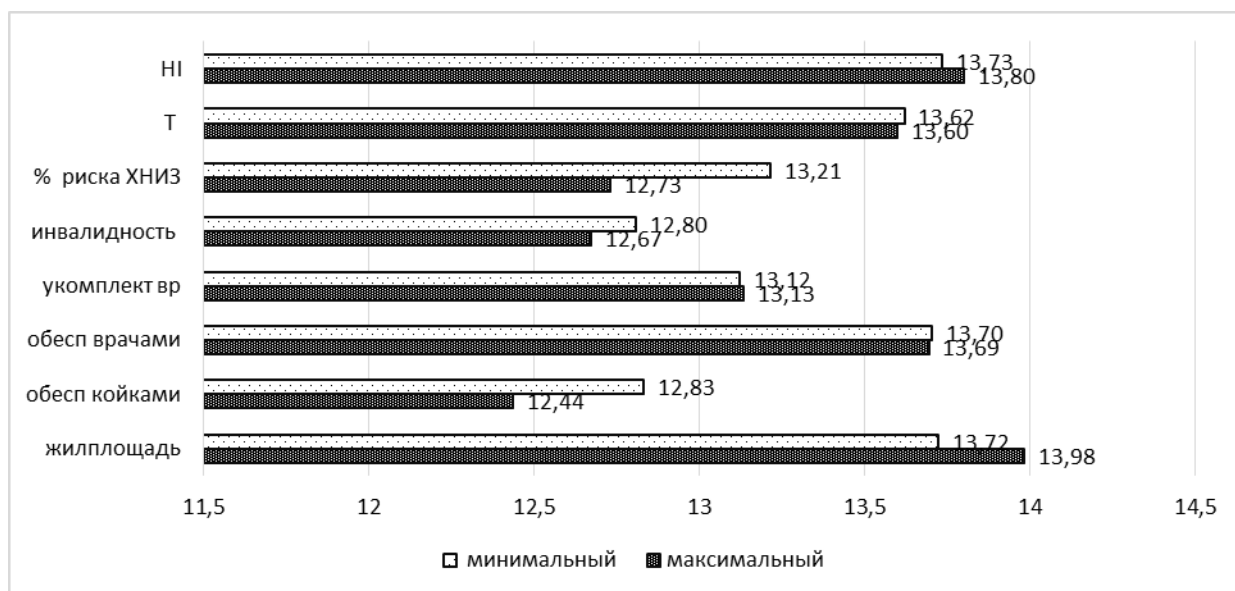


Рисунок 22 - Расчетные коэффициенты смертности при изменении внешних детерминант в пределах фактических изменений в промышленных центрах Иркутской области в 2011–2021 гг. (от минимального и максимального уровней), ‰

При изучении вклада изменения внешних детерминант (их минимального и максимального уровней) в коэффициент смертности, мы видим, что наибольшее различие между уровнями вложения наблюдается в факторах: % риска ХНИЗ (0,48), обеспеченность ККП (0,39), размер жилплощади (0,26) и инвалидность (0,13). Причем у внешних детерминант (% риска ХНИЗ, обеспеченность ККП, инвалидность) при расчете КС от минимального вложения выше, чем от максимального уровня. Следовательно, рост числа умерших обусловлен недостаточной выявляемостью факторов риска ХНИЗ среди прошедших диспансеризацию и своевременностью

диагностики стойкой утраты трудоспособности (общей инвалидности) населения, а также низкой обеспеченностью ККП в промышленных центрах. Обратная зависимость уровня от размера жилплощади свидетельствует о влиянии на здоровье населения ограничения в жилищных условиях, что воспринимается в настоящее время как психоэмоциональный стрессор.

При изменении внешних детерминант (среднегодовая температура, индекс опасности, укомплектованность и обеспеченность врачами) в интервале фактических вариаций (независимо от максимального или минимального уровней), КС остается в пределах среднего расчетного, что отражает постоянное среднегодовое влияние данных внешних детерминант на смертность населения независимо.

Суммарное количество дополнительных случаев смерти от факторов, отражающих степень техногенного и социального развития, климатических условий составило 174 случая. Ранговый ряд негативных детерминант выглядит следующим образом: жилплощадь (91,4)> ИИ (51,0)> обеспеченность врачами (26,7)> Т (5,2). При этом влияние факторов, способствующих предотвращению потерь жизни, оценивается в 749 случаев: обеспеченность койками (-256,1)> инвалидность (-202,8)> % риска ХНИЗ (-190,4)> укомплектованность врачебными кадрами (-99,6).

Для смысловой интерпретации результатов регрессионного анализа рассчитали частные коэффициенты эластичности (E_i) для параметров множественных линейных уравнений, [109]. Загрязнители воздуха (X_i), являясь одним из факторов риска для здоровья населения, обуславливают в определенной степени число умерших ($Y_{\text{сред.}}$) и характеризуют количественный вклад каждого параметра.

Так, в фоновый 2017 г., 1% изменения внешнесредовых факторов риска обусловил суммарный вклад (по убыванию) в уровень КС: в возрасте 20–29 лет (5,27%), 30–39 лет (1,09%), 60–69 лет (0,49%), 70–79 лет (0,11%). Ранговый ряд по числу загрязнителей, вошедших в уравнение зависимости смертности населения от содержания поллютантов, распределился по возрастным категориям: 60–69 лет (6 из 7), 70–79 лет (4 из 7), 30–39 лет (3 из 7), 20–29 лет (2 из 7). Из факторов, обуславливающих рост коэффициента общей смертности в фоновый 2017 г., наибольший вклад внес (по убыванию): бенз(а)пирен (5,01%), взвешенные вещества (1,13%), диоксид азота (0,66%), твердые фториды (0,11%), формальдегид (0,04%) и фторид водорода (0,03%). Оксид углерода не влиял на смертность населения в

исследуемый год. В результате средний коэффициент эластичности показал, что на 6,96% увеличилась смертность населения относительно своего среднего уровня при росте факторов риска (бенз(а)пирен, взвешенные вещества, диоксид азота, твердые фториды, формальдегид и фторид водорода) на 1 % относительно своего среднего уровня (таблица 26).

Таблица 26 - Влияние управляемых внешнесредовых факторов на смертность населения г. Братска в 2017 г.

Возраст, лет		20-29	30-39	60-69	70-79
Среднее число умерших за месяц ($Y_{\text{сред.}}$)		0,9	3,1	20,6	34,3
Факторы риска X_i	Средний фактор среды ($x_{\text{сред.}}$)	Коэффициент чистой регрессии для соответствующего фактора X_i (b_i)			
Взвешенные вещества x_1	3,1	-	0,98	0,57	0,49
Оксид углерода x_2	0,2	-	-	-	-
Диоксид азота x_3	0,7	0,78	-	1,18	1,03
Твердые фториды x_4	0,5	-	0,68	0,44	-
Фторид водорода x_5	0,3	-	0,15	1,19	0,33
Формальдегид x_6	4,8	-	-	0,19	-
Бенз(а)пирен x_7	7,0	0,60	-	0,85	0,25
Факторы риска X_i		Средние коэффициенты эластичности (E_i), %			
Взвешенные вещества x_1		-	1,00	0,09	0,04
Оксид углерода x_2		-	-	-	-
Диоксид азота x_3		0,60	-	0,04	0,02
Твердые фториды x_4		-	0,10	0,01	-
Фторид водорода x_5		-	0,01	0,02	0,00
Формальдегид x_6		-	-	0,04	-
Бенз(а)пирен x_7		4,67	-	0,29	0,05

В ковидный 2021 г., суммарный вклад химического факторного риска (по убыванию) определился в возрасте 20–29 лет (5,08%), 30–39 лет (0,84%), 40–49 лет (0,76%), 50–59 лет (0,67%), 0–1год (0,21%), 60 – 69 лет (0,14%), 80 лет и старше (0,09%), 70–79 лет (0,04%). Ранговый ряд по числу загрязнителей, вошедших в уравнение изучаемой зависимости, по возрастным категориям представлен следующим образом: 0–1 год (6 из 7), и 50–59 лет (5 из 7), 20–29 лет и 70–79 лет (3 из 7), 30–39 лет 60-69 лет и старше 80 лет (2 из 7).

Из факторов, обуславливающих рост коэффициента общей смертности населения, наибольший вклад внесли (по убыванию): формальдегид (3,69%), бенз(а)пирен (2,12%), взвешенные вещества (1,32%), фторид водорода (0,42%), диоксид азота (0,13%), твердые фториды (0,09%) и оксид углерода (0,01%). Средний коэффициент эластичности показал, что в 2021 г. смертность населения увеличилась на 7,78% относительно своего среднего уровня при росте факторов риска на 1% (таблица 27).

Таблица 27 - Влияние управляемых внешнесредовых факторов на смертность населения г. Братска в 2021 г.

Возраст, лет		0-1	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80 и>
Среднее число умерших за месяц (у сред.)		5,0	0,7	3,0	5,9	9,8	21,6	38,3	94,7
Факторы риска X_i	Средний фактор среды (x сред.)	Коэффициент чистой регрессии для соответствующего фактора X_i (b_i)							
Взвешенные в-ва x_1	0,6	0,36	1,44	-	-	0,84	0,09	-	0,59
Оксид углерода x_2	0,1	0,29	-	-	-	-	-	-	
Диоксид азота x_3	0,5	0,82	-	-	-	0,37	0,90	1,20	0,21
Твердые фториды x_4	0,2	0,33	-	-	1,45	1,56	0,52	-	-
Фторид водорода x_5	0,2	0,13	1,22	0,74	-	0,05	0,66	0,89	1,24
Формальдегид x_6	3,1	0,09	0,78	-	-	0,51	-	-	0,66
Бенз(а)пирен x_7	5,5		-	0,43	0,76	0,74	0,45	0,11	1,24
Факторы риска X_i		Средние коэффициенты эластичности (E_i), %							
Взвешенные в-ва x_1		0,04	1,23	-	-	0,05	0,00	-	0,00
Оксид углерода x_2		0,01	-	-	-	-	-	-	-
Диоксид азота x_3		0,08	-	-	-	0,01	0,02	0,02	0,00
Твердые фториды x_4		0,01	-	-	0,05	0,03	0,00	-	-
Фторид водорода x_5		0,01	0,35	0,05	-	0,00	0,01	0,00	0,00
Формальдегид x_6		0,06	3,45	-	-	0,16	-	-	0,02
Бенз(а)пирен x_7		-	-	0,79	0,71	0,42	0,11	0,02	0,07

Прирост влияния на смертность населения загрязнителей воздуха в ковидный 2021 г. по сравнению с фоновым 2017 г. составил 11,8%. Также в 2021 г. отмечается

рост вариативности факторов риска преимущественно у детей до 1 года и у взрослых старше 50 лет.

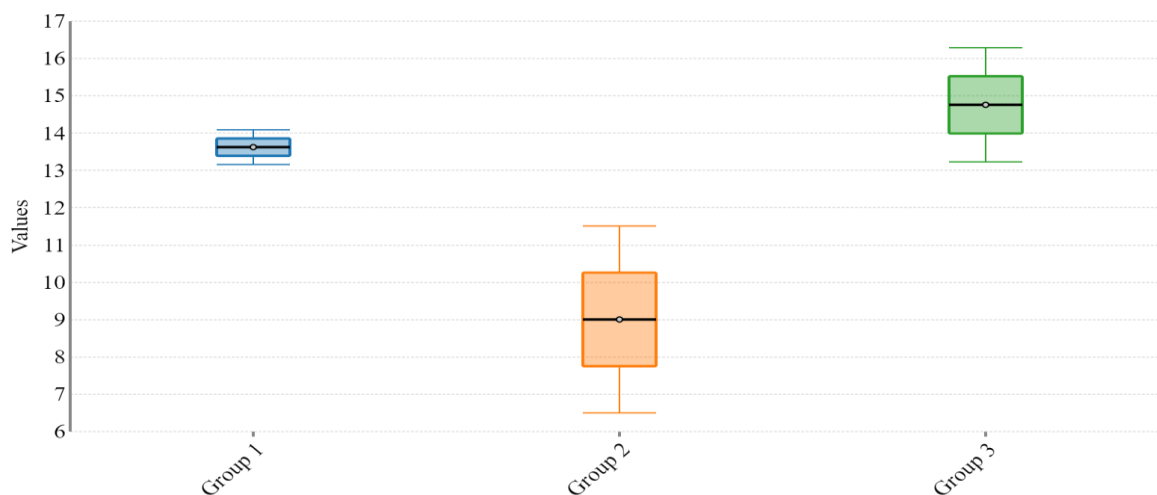
Представленные выше информационно-аналитические модели зависимости КС от различных факторов позволили определить количественную значимость отдельных групп заболеваний для формирования уровня смертности в различные периоды с учетом не только изменения постоянно присутствующих факторов, но и впервые возникающих стрессоров, провести сравнительную и оценку среди населения различных территорий. На первом этапе для обоснования мер были выбраны территории наибольшего риска. Особенно важно, чтобы индикатор потерь здоровья, был репрезентативен и достаточно объективно отражал сложившуюся ситуацию. С этих позиций смертность населения является одним из наиболее информативных индикаторов, однако для анализа возрастных аспектов необходимо, чтобы численность изучаемого населения была не менее 100 тысяч человек. Это определило основной изучаемый кластер, включающий треть населения Иркутской области, и модельный город – Братск, с численностью 643 тыс. человек, хорошо развитой системой мониторинга загрязнения среды обитания (6 постов наблюдения УГМС и 2 – ФБУЗ ЦГиЭ) и сетью медицинских организаций, подведомственных министерству здравоохранения Иркутской области (26).

Выявлены приоритеты совершенствования мер минимизации факторов риска для снижения потерь жизни с расчетом удельного веса их значимости. Проведенные исследования позволили провести двухуровневое ранжирование факторов риска, определяющим величину показателя смертности населения: по среднегодовым показателям и по среднемесячным. На уровне анализа среднегодовых параметров среды обитания выявлено, что вклад группы факторов, которые можно определить как «медико-социальные», выражая доступность медицинской помощи населению составляет 33,3%, «социально-экономические» – 16,0%, а вклад факторов образа жизни и загрязнения атмосферного воздуха – 15,3%. Уравнение множественной линейной регрессии, включающее социально-экономические, медико-биологические, техногенные, природно-климатические предикторы КС населения промышленного кластера Иркутской области, свидетельствует о преобладающем негативном вкладе таких факторов как: общая инвалидность взрослого населения, размер жилой площади, индекс загрязнения атмосферного воздуха, выявленная отягощенная

наследственность ХНИЗ из числа прошедших диспансеризацию, среднегодовая температура воздуха. При этом некоторые медико-социальные факторы способствуют укреплению здоровья населения, в частности: обеспеченность и укомплектованность медицинскими кадрами, обеспеченность койками круглосуточного пребывания. Превентивная работа с лицами групп повышенного риска также снижает число смертельных исходов.

Проведены численные эксперименты по трем сценариям: фактическому (1), оптимистическому (2) и пессимистическому (3), позволившие рассчитать уровни КС. В сценарии 1, все объясняющие переменные имели средние параметры, что позволило определить точность прогнозируемых величин, сравнив их с фактическими. В сценарии 2 предусмотрено изменение предикторов, имеющих позитивное действие (обеспеченность ККП, укомплектованность врачебными кадрами, общая инвалидность, доля выявленных ХНИЗ среди прошедших диспансеризацию) до максимальных величин, регистрируемых в регионе, а негативных предикторов (обеспеченность врачами, размер жилой площади, температура воздуха,) – до минимальных, уровень НИ определен как реально достижимый для промышленных центров и оцениваемый как умеренное загрязнение (=7). Сценарий 3, напротив, предполагает изменение предикторов в сторону снижения ресурсов здравоохранения и настороженности по выявлению лиц с факторами риска развития ХНИЗ и стойкой потери трудоспособности, на фоне увеличения загрязнения атмосферного воздуха, жилой площади (косвенного фактора, отражающего степень урбанизации). Результаты расчетов представлены в приложении Б (таблицы Б.3–Б.5) и на рисунке 23.

Средний уровень КС по фактическому сценарию составил 13,63 (95% ДИ 13,16-14,09), тогда как реальный уровень КС в промышленных центрах 2-го кластера 13,58 (13,07-14,09), погрешность прогноза составила $0,37\% = ((13,63 - 13,58) / 13,63) * 100$, что позволяет считать корректными варианты расчетов по двум другим сценариям. Средний уровень КС по оптимистическому сценарию составил 9,0 (95% ДИ 6,5–11,51), что ниже среднегодового фактического уровня на 50,9%. Средний уровень КС по пессимистическому сценарию составил 14,76 (95% ДИ 13,23–16,29), что выше среднегодового фактического уровня на 8,0%.



Group1 – фактический; Group2 – оптимистический; Group 3 – пессимистический
 Рисунок 23 - Коэффициент смертности населения по трем сценариям, 95-й процентиль, (‰)

Точность прогнозов также оценена по данным 2023 года на модельной территории - г. Братск по данным линейной регрессионной математической модели системы «КС - воздействие факторов среды обитания».

Установлено, что средний расчетный уровень смертности в Братске по фактическим данным предикторов, учтенных в модели, составил 15,96 на 1000 населения. С учетом стандартной ошибки прогноза ($m=0,473$) нижняя граница 95% ДИ прогнозного уровня =13,07, верхняя =18,85. Фактический показатель смертности в 2023 году, по данным Росстата, составил 13,7 ‰, он попадает в доверительный интервал.

Обобщая проведенные исследования, представим алгоритм исследований включающий аналитический и синтетический этапы (рисунок 24). Предел применения данного алгоритма связан с типичными ограничениями для всех исследований, построенных на статистических данных, оценки риска носят вероятностный характер и рассматриваются в пределах административных территорий, то есть не имеют четких, обоснованных с применением естественнонаучных методов, границ. Вместе с тем, предложенный алгоритм имеет определенные преимущества, так как базируется на данных информационных баз, аккумулирующихся в рамках решения задач социально-гигиенического мониторинга, медико-аналитических информационных центров, Росстата, в связи с чем финансовые затраты на реализацию данного метода минимальны.



Рисунок 24 - Алгоритм анализа риска смертности населения на региональном уровне

Метод позволяет выявить неблагополучные территории с учетом как потенциального (расчетного), так и реализованного рисков для дальнейшего анализа. Следующим этапом может служить проведение углубленных исследований на территориях риска не только с годовым «шагом» изучения индикаторов, но и месячным, суточным. В качестве отдельной задачи следует рассматривать организацию пилотных исследований на персонифицированном уровне с учетом не только конкретного места проживания на территории МО, но и места работы, приверженности принципам здорового образа жизни.

Для принятия профилактических программ необходимо проведение прогнозных численных экспериментов, позволяющих оценить адекватность и достаточность выбранных мероприятий не только по критерию расчетных рисков, но и по эффекту и эффективности реализации мероприятий по критерию предотвращения вреда популяционному здоровью (в данном случае – снижению смертности населения, проживающего на территории риска).

Таким образом, реализация комплекса мер, ориентированных не только на предусмотренные национальными программами параметры (снижение валовых выбросов на 20%), но и на достижение умеренного уровня загрязнения атмосферы, при одновременном улучшении качества и доступности медицинской помощи и социально-экономических условий позволит значительно снизить смертность населения. Однако при возникновении дополнительных стрессоров, в частности, развитие пандемии новой коронавирусной инфекции, затрагивающих как функционирование органов здравоохранения, так и восприимчивость популяции к действию неблагоприятных факторов различной природы, стабильные тренды снижения смертности резко нарушаются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокий уровень преждевременной смертности населения на сегодняшний день остается самой насущной проблемой общества. Пути ее снижения возможны через мотивацию здорового образа жизни на индивидуальном уровне и создание безопасных условий среды обитания для популяции [71]. Значимость медико-демографических потерь колоссальна в условиях выявленных риск-реализованных нарушений здоровья населения с воздействием различных факторов [48, 68, 86, 95, 124, 126, 179, 237], что определяет необходимость разработки оптимальной программы по сокращению смертности населения с учетом времени достижения положительного эффекта [57].

Сохранение популяционного здоровья населения требует научного обоснования мер на уровнях макро-, мезо- и микропланирования [89, 157, 208]. По мнению Бабенко А. И. и Бабенко Е. А., существует несколько этапов стратегического планирования в здравоохранении: прогнозный, технологический, организационно-функциональный и структурно-организационный, которые базируются на соответствующих информационно-аналитических моделях социально-гигиенической оценке. [8]. Но так как рассматриваемый нами индикатор – смертность населения, отражает сложный многовариантный комплекс изменяющихся экзо- и эндогенных факторов, то для его снижения необходимо найти пути оптимизации, базирующиеся не на отдельных клинических, гигиенических, эпидемиологических подходах, а на системном анализе зависимостей, учитывающем междисциплинарные знания.

Для обоснования мер профилактики необходимо использование методов математического моделирования и технологии ситуационного анализа с расчетом прогностических показателей. Целесообразно проводить прогнозирование исходя не из временной зависимости, так как она может нарушаться вследствие изменения факторов ли возникновения новых, а из факторной. Данный подход требует изучения роли отдельных факторов и выбора наиболее значимых.

В ходе диссертационного исследования нами было установлено, что уровень КС населения ИО за период 2011–2022 гг. выше среднероссийского на 4,5%. В 2020–2021 гг. наблюдался резкий подъем (на 26,4%), связанный с эпидемией новой

коронавирусной инфекции (COVID-19). Наряду с этим следует отметить, что существуют исследования связи смертности с воздействием биологического стрессора - COVID-19, в рамках которых были выявлены: превышающий уровень КС сезонных базовых показателей; изменение структуры смертности; сдвиг возрастного профиля [134, 140, 166, 169, 201, 231]. Известно, что лидирующей причиной смерти населения являются БСК трудоспособного возраста с гендерным преобладанием мужчин [21, 37, 86, 146].

Значительная вариабельность КС населения МО позволила выявить 5 кластеров, сгруппированных и статистически значимо ($p=0,000$) различающихся по уровню КС. Выявлены кластеры с самым низким ($11,7\pm 0,5\%$) уровнем КС и самым высоким ($18,5\pm 0,3\%$), «среднему» ($13,2-16,6\%$) уровню КС соответствуют другие три кластера. Рядом исследователей был выявлен ежегодный рост факторов риска, связанных с образом жизни [113, 116, 119, 176]. В результате проведенного пространственно-временного анализа выявлены отдельные территории риска КС различающихся по некоторым внешним детерминантам. Также широкое распространение получили исследования проблемы неуккомплектованности врачебными кадрами, нерешенность которой создает социально-экономические факторы риска, влияющие на здоровье населения [28, 52, 53, 76, 104, 198]. В ИО обнаружено снижение долей укомплектованности врачами на 17,1% и обеспеченностью населения ККП на 15,5%.

Уровень факторов образа жизни ассоциирован с коэффициентом смертности населения ИО: распространенностью привычных бытовых интоксикаций и низкой физической активностью взрослого населения (коэффициенты ранговой корреляции $r = 0,48-0,52$, $p < 0,005$). На территориях с высокой распространенностью алкоголизма и наркомании КС выше в 1,6 раза, чем в МО с минимальной частотой интоксикаций. Выявлены коэффициенты корреляции КС с обеспеченностью ККП и укомплектованностью врачебными кадрами (коэффициенты ранговой корреляции $r_{sp} = 0,40 - (-0,62)$, $p < 0,005$). На территориях с низкой укомплектованностью врачами и при этом высокой обеспеченностью ККП регистрируется высокая смертность населения, следовательно - число коек не характеризует положительную возможность системы здравоохранения, поскольку койка только тогда отображает эту возможность, когда подкреплена врачебными кадрами.

Для комплексной гигиенической оценки зависимости КС от факторов среды обитания и образа жизни выбран второй кластер, включающий основные промышленные города ИО и в том числе г. Братск. На этом примере рассмотрены отдельные элементы изучаемой системы и разработаны информационно-аналитических модели для определения мер снижения смертности в регионе.

Проведено двухуровневое ранжирование факторов риска по кластеру с промышленным производством, определяющим величину КС населения: по среднегодовым показателям и по среднемесячным. На уровне анализа среднегодовых параметров среды обитания выявлено что вклад группы факторов в КС определен, как «медико-социальные» 33,3%, «социально-экономические» – 16,0%, «образ жизни и загрязнения атмосферного воздуха» – 15,3%. Уравнение множественной линейной регрессии, включающее социально-экономические, медики-биологические, техногенные, природно-климатические предикторы КС населения промышленного кластера ИО, свидетельствует о преобладающем негативном вкладе таких факторов как: общая инвалидность взрослого населения, размер жилой площади, индекс загрязнения атмосферного воздуха, выявленная отягощенная наследственность ХНИЗ из числа прошедших диспансеризацию, среднегодовая температура воздуха. При этом некоторые медики-социальные факторы способствуют укреплению здоровья населения, в частности: обеспеченность и укомплектованность медицинскими кадрами, обеспеченность ККП.

Выявлены возрастные особенности сезонности КС в фоновый период: максимальная смертность от БСК в трудоспособном возрасте в холодный сезон в 4 раза ($p < 0,05$) выше, чем в теплый и переходный; в старших возрастах максимальные показатели приходятся на переходный период (в 1,5 раза больше, чем в другие сезоны). Смертность от БОД и ЗНО не имела возрастных особенностей по сезонам. В период пандемии эти закономерности разрушились и пики смертности от БСК, ЗНО и БОД совпадали с максимумами смертности от COVID-19. В пандемию увеличилась чувствительность показателя смертности к загрязнению атмосферы при изменении на 1% загрязнения происходит рост смерти на 7,78%, а в фоновый на 6,96%.

На втором этапе нашего исследования получена оценка зависимости смертности населения от воздействия комплекса факторов среды обитания (загрязнение атмосферного воздуха, активность биологического стрессора – COVID-

19) на примере модельного города Братска. Установлено, что как в фоновый, так и в пандемийный год среди населения г. Братска преобладали смерти от БСК, составляя от 52,4 до 61,8% смертности от всех причин. Группами риска смертности от БСК всегда являются старшие возраста. Статистически значимое увеличение показателей отмечено начиная с возраста 30–39 лет (прирост 5,3% в 2017 году и 3,4% - в 2021 году). Анализ фактических данных выявил снижение КС в период пандемии в группе 50–59 лет по сравнению с показателем в доковидный период (2,83 против 6,13, $p=0,066$). Показано, что возрастной прирост КС от БСК в 2017 г. у взрослого населения составлял 125%, а в 2021 г. - 172%. В возрастных категориях от 60 лет и старше в сравнении с фоновым избыточная смертность оценивается в 45,4 (95% ДИ 44,6–46,2) случаев на 1000 человек [42]. Избыточная смертность от БСК в пандемийный год подтверждается результатами других исследователей, показавших, что основной причиной смерти населения являлись сердечно-сосудистые катастрофы [60, 159, 201]. Следовательно, пандемию новой коронавирусной инфекции можно рассматривать, как масштабный стрессор биологической природы, повлекший рост смертности от БСК [140, 168]. Связи среднемесячных показателей химического и климатического воздействия на населения ИО выявило, что возрастными группами, наиболее чувствительными к химической экспозиции являются лица в возрасте 20–29 лет, 30–39 лет; в условиях пандемии возросло значение влияния доли химических поллютантов на формирование уровня КС, к группам риска добавилась группа детей до года. К числу приоритетных загрязнителей, определяющих уровень КС от заболеваний всех классов за исключением внешних причин, в фоновый год отнесены: бенз(а)пирен > взвешенные вещества > диоксид азота > твердые фториды > формальдегид > фторид водорода. При дополнительном воздействии биологического стрессора ранговый ряд приоритетных веществ изменился: формальдегид > бенз(а)пирен > взвешенные вещества > фторид водорода > диоксид азота > твердые фториды > оксид углерода.

В связи с тем, что период пандемии совпал с реализацией в г. Братске программы «Чистый воздух» произошло значительное снижение загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами, коэффициент опасности развития нарушений сердечно-сосудистой системы перешел с высокого уровня ($HQ=3,25$) до настораживающего ($HQ=1.1$). На основе доказанных зависимостей нарушений

сердечно-сосудистой системы и загрязнения PM10 [186], установлено, что вероятность дополнительной смертности в 2021 году сократилась в 1,46 раза. При уровнях загрязнения, характерных для 2017 года (превышение референтного уровня в 6 раз) число дополнительных случаев смерти определяло 17,4% от всех случаев смерти от БСК в старшей возрастной группе населения Братска. Если концентрации PM10 близки к референтным величинам (2021 г.), то удельный вес дополнительных случаев составил 1,6%. Отметим, что это ниже, чем было установлено в некоторых исследованиях, проведенных в доковидный период [188, 191]. Одной из причин снижения доли дополнительных случаев, обусловленных ингаляционным воздействием PM10, является значительное увеличение числа случаев смерти от БСК в период пандемии [42]. В контексте нашего диссертационного исследования имеют важное значение работы, посвященные общетоксическому воздействию на организм человека присутствующих в атмосферном воздухе вредных химических веществ [9, 63, 124, 207, 232].

В нашей работе показано, что смертность населения промышленного центра, на территории которого размещены несколько предприятий теплоэнергетики, работающие на угле, алюминиевое производство, лесопромышленный комплекс, ассоциирована с суммарным уровнем загрязнения атмосферного воздуха веществами с однонаправленным действием. Корреляционные связи КС и аэрополлютантов позволяют считать ассоциированными случаи смерти от БСК с воздействием высокого содержания в воздухе СО (9–16%), NO₂ (до 60%), смерти по причине БОД с NO₂ (9 %). Считаем особенно важным, что с содержанием специфических для производства алюминия фторсодержащих веществ связано до 50% вариаций КС. В период 2020–2022 года отмечены корреляции с концентрациями РМ, что определяло до 25% вариаций смерти по причине БСК.

К числу основных мер для защиты здоровья населения относят мероприятия санитарно-гигиенического характера, направленные на снижение загрязнения воздуха промышленными предприятиями [63, 69, 70, 92, 105, 131, 203, 224]. По данным ВОЗ, загрязнение воздуха промышленными отходами является вторым по значению фактором риска развития неинфекционных заболеваний⁴. Полученные данные в

⁴ <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/total-burden-of-disease-from-household-and-ambient-air-pollution>

целом не противоречат существующим представлениям о влиянии аэрополлютантов на здоровье человека, однако имеют некоторые неопределенности. Смертность населения является результирующим эффектом воздействия комплекса эндогенных и экзогенных факторов, поэтому выявление отдельных связей возможно лишь на популяционном уровне и носит вероятностный характер. Кроме того, в изучаемый период времени дополнительную неопределенность вносили проблемы точного определения причины смерти в период пандемии.

Таким образом, поставленная цель диссертационного исследования достигнута, выявлены особенности воздействия факторов среды обитания и образа жизни на уровень смертности населения Иркутской области в изменяющихся условиях, доказана ассоциированность уровня КС промышленных центров с группами факторов: медико-социальные, социально-экономические и условия среды обитания и образа жизни. Полученные результаты прогнозирования подтверждают возможность достижения уровня КС ИО до 10,8‰⁵ к 2030 году, при комплексном решении проблем: указывают на необходимость снижения загрязнения атмосферного воздуха, проведения оптимизации обеспеченности ККП, доукомплектованности врачебными кадрами и увеличения числа выявленных ХНИЗ при проведении диспансеризации взрослого населения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для органов и учреждений Роспотребнадзора:

1. Шире использовать данные многоуровневого социально-гигиенического мониторинга для анализа зависимости популяционного здоровья населения от изменения факторов среды обитания на основе математического моделирования.

2. В социально-гигиеническом мониторинге предусмотреть мониторинг помесечных показателей загрязнения атмосферного воздуха и состояния здоровья населения (впервые выявленной заболеваемости, обращаемости за скорой медицинской помощью, смертности) с усилением введением посуточного наблюдения в периоды высокого загрязнения в крупных промышленных центрах.

3. В систему гигиенического воспитания включить цикл занятий по предупреждению воздействия факторов популяционного и индивидуального риска здоровья населения.

⁵ <http://publication.pravo.gov.ru/document/3800202311200015?index=13>

Для органов управления здравоохранением и медицинских организаций:

4. Повысить настороженность врачебного персонала при проведении диспансеризации определенных групп взрослого населения по выявлению ХНИЗ.

5. ОГБУЗ «Иркутский областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики» оказывать методическую помощь медицинским организациям в организации Школ здоровья с учетом особенностей формирования потерь здоровья на отдельных территориях.

Для министерства природных ресурсов и экологии:

6. При формировании задач продолжения реализации программы «Экология» учитывать значимость отдельных загрязнителей в формировании уровня общего коэффициента смертности населения с учетом особенностей промышленного развития промышленных центров и климатогеографических особенностей. Для г. Братска Иркутской области приоритетными считать: РМ-10, формальдегид, оксид азота, бенз(а)пирен, твердые фториды, фторид водорода.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Несмотря на большое внимание исследователей к проблеме воздействия внешних детерминант на уровень смертности населения [48, 52, 53, 54, 86, 111, 124, 127, 179] остаются актуальными вопросы дальнейшего ее изучения в различных возрастных категориях с учетом различных факторных рисков, характерных для определенных территорий, что позволит разработать адекватный комплекс медико-профилактических мероприятий. Для осуществления системы мероприятий по снижению смертности населения необходимо расширение исследований влияния внешних факторов на смертность населения.

ВЫВОДЫ

1. Средний многолетний уровень коэффициента смертности населения Иркутской области выше, чем в РФ на 4,5%, динамика показателя имеет два периода: стабильное снижение с 2011 по 2019 гг. (на 5,7%) и подъем (на 26,4%) в период пандемии (2020–2022 гг.), сопровождавшегося изменением структуры причин смерти населения. При сохранении первых двух ранговых мест (БСК - 46,8% и ЗНО – 14,6%), третье место заняла новая коронавирусная инфекция (12,2%) в 2020–2022 гг.

2. Значительная территориальная вариативность КС позволила выявить 5 кластеров, из которых выделяются: группа дотационных муниципальных образований с регрессивным типом населения, высокой распространенностью негативных медико-социальных факторов и высокой смертностью (КС =18,5‰); выделен в кластер, объединяющий МО с прогрессивным типом народонаселения и низкой смертностью (КС =11,7‰). Треть населения региона включена в кластер, объединяющий промышленные центры и характеризующийся средним уровнем КС (13,5‰) и средними показателями обеспеченности ресурсами здравоохранения и высокой загрязненностью атмосферного воздуха.

3. Коэффициент смертности населения Иркутской области ассоциирован с показателями; распространенности привычных бытовых интоксикаций, долей взрослого населения с низкой физической активностью ($r=0,48-0,52$); обеспеченностью койками круглосуточного пребывания ($r=0,40$); укомплектованностью врачебными кадрами ($r=-0,62$). Уровни смертности населения промышленных центров ассоциированы с тремя группами факторов: медико-социальными, социально-экономическими и условиями среды обитания и образа жизни, объясняющими соответственно 33,3%, 16,0% и 15,3% вариации КС.

4. Динамика смертности населения Братска КС населения за 12-летний период имеет тенденцию к росту показателя на 9,8%. Пандемия внесла изменения в структуру причин смерти населения: при сохранении первых двух ранговых мест (БСК – 49,0% и ЗНО – 15,5%), третье место заняла новая коронавирусная инфекция (10,9%) в период 2020–2022 гг. Кроме того, выявлено, что в период пандемии количество дополнительных случаев смерти от БСК составило: в возрастной группе старше 80 лет - 305,7 (95% ДИ 305,3–306,1) случаев; 70–79 лет - 114,8 (95% ДИ 114,6–

115); в 60–69 - 27,7 (95% ДИ 27,6–27,8), суммарное число оценивается как 448,2 (95% ДИ 448,0–448,4) случая, что составляет 40,3% от количества смертельных исходов по изучаемой причине в фоновый период.

5. Результаты оценки формирования среднесрочных (месячных) уровней смертности населения Братска на основе математической модели, разработанной по данным фонового периода, свидетельствуют, что диоксид азота можно расценивать, как основной аэрополлютант, ассоциированный с КС. В период пандемии возросла значимость влияния внешнесредовых факторов на уровень смертности населения, в частности загрязнителей специфичных для промышленности города (фторсодержащих, бенз(а)пирена), а также взвешенных веществ и формальдегида.

6. Математические модели зависимости КС от основных предикторов позволили обосновать следующие рекомендации: для достижения целевого уровня смертности населения (до 10,8‰ к 2030 году в соответствии с государственной программой Иркутской области «Развитие здравоохранения»), необходимо снизить загрязнённость атмосферного воздуха промышленных центров, повысить обеспеченность койками круглосуточного пребывания, доукомплектовать врачебные кадры, увеличить выявляемость факторов риска хронических неинфекционных заболеваний при проведении диспансеризации взрослого населения.

7. При обосновании комплекса мероприятий снижения смертности основными этапами являются: выбор территорий риска с учетом возможности получения репрезентативных результатов; анализ зависимостей в системе «индикатор потерь здоровья - факторы среды обитания и образа жизни»; разработка прогнозов на основе математических моделей с учетом вариативности риск-модифицирующих факторов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

IQR	- интерквартильный размах (англ. Interquartile range)
HI	- индекс опасности (англ. hazard index)
Me	- медиана (англ. median)
PM	- взвешенные вещества (англ. Particulate Matter)
YLL	- потерянные годы жизни
WHO	- всемирная организация здравоохранения (англ. World Health Organization)
БОД	- болезни органов дыхания (J00-J99)
БОП	- болезни органов пищеварения (K00-K93)
БСК	- болезни системы кровообращения (I00-I99)
ВОЗ	- всемирная организация здравоохранения
95% ДИ	- 95% доверительный интервал
ЗНО	- новообразования (C00-D48)
ИБС	- ишемическая болезнь сердца (I25)
ИО	- Иркутская область
ИС	- индекс сезонности
ККП	- койки круглосуточного пребывания
КС	- коэффициент общей смертности
МКБ-10	- международная классификация болезней 10-го пересмотра
МО	- муниципальные образования
ОПЖ	- ожидаемая продолжительность жизни
РИФ СГМ	- региональный информационный фонд данных социально-гигиенического мониторинга
Росстат	- Федеральная служба государственной статистики РФ
РФ	- Российская Федерация
РФС-ЕМИАС	- регистрации фактов смерти Единой медицинской информационно-аналитической системы
СД	- сахарный диабет
СГМ	- социально-гигиенический мониторинг
СФО	- Сибирский федеральный округ
УГМС	- Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ФГБУН ИДСТУ СО РАН	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук
ФФСН	- формы федерального статистического наблюдения
ХНИЗ	- хронические неинфекционные заболевания
ХОБЛ	- хроническая обструктивная болезнь легких (J44)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова, Е. А. Популяционные показатели качества жизни, связанного со здоровьем по опроснику EQ-5D / Е. А. Александрова, Д. Герри, П. Кайнд, А. Р. Хабибуллина // *Здравоохранение Российской Федерации*. – 2018. Т. 62. - № 6. – С. 295–303. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2018-62-6-295-303>
2. Алексеенко, С. Н. Современное состояние и динамика распространенности, алкоголь-ассоциированной наркопатологии: ретроспективное исследование / С. Н. Алексеенко, С. В. Губарев, Д. А. Любченко, А. Н. Редько // *Кубанский научный медицинский вестник*. – 2022. - № 29(1). – С. 14–31. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2022-29-1-14-31>
3. Андреев, Е. М. Связь между уровнями смертности и экономического развития в России и ее регионах / Е. М. Андреев, В. М. Школьников // *Демографическое обозрение*. – 2018. – Т. 5. - № 1. – С. 6–24. URL: <https://demreview.hse.ru/article/view/7707/8548>
4. Анциферова, А. А. Концепция управления техногенным риском / А. А. Анциферова, В. А. Дёмин, В. Ф. Дёмин, В. Ю. Соловьёв // *Гигиена и санитария*. – 2017. - Т. 96. - № 8. – С. 780–785. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2017-96-8-780-785>
5. Аскаров, Р. А. Сегментация территорий Республики Башкортостан по уровню смертности от злокачественных новообразований / Р. А. Аскаров, А. О. Карелин, И. А. Лакман [и др.] // *Здравоохранение Российской Федерации*. – 2019. – Т. 63. - № 1. – С. 4–13. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-1-4-13>
6. Асламова, В. С. Регрессионные модели оценки атмосферных выбросов загрязняющих веществ в городах Братск и Черемхово / В. С. Асламова, О. С. Плеханова, А. А. Асламов // *Математические методы в технологиях и технике*. – 2023. - № 11. – С. 79–82. https://doi.org/10.52348/2712-873_MMTT_2023_11_79
7. Астраханцева, М. А. Инвалидность как составляющая общественного здоровья в Приморском крае / М. А. Астраханцева, П. Ф. Кику, В. Н. Рассказова, А. В. Сухова // *Здравоохранение Российской Федерации*. – 2022. – Т. 66. - № 1. – С. 11–19. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-1-11-19>
8. Бабенко, А. И. Разработка элементов стратегического планирования в здравоохранении / А. И. Бабенко, Е. А. Бабенко // *Медицина в Кузбассе*. – 2021. - Т. 20. - № 3. – С. 18–25.

9. Бактыбаева, З. Б. Эколого-гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих территориях Республики Башкортостан и состояние здоровья населения / З. Б. Бактыбаева, Р. А. Сулейманов, Т. К. Валеев, Н. Р. Рахматуллин, Е. Г. Степанов, Н. Х. Давлетнуров // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. – № 2. – С. 26–32. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-323-2-26-32>
10. Барбараш, О. Л. Проблемы оценки показателей смертности от отдельных причин position statement / О. Л. Барбараш, С. А. Бойцов, Д. Ш. Вайсман, А. С. Галявич, О. М. Драпкина, Ф. Г. Забозлаев [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2018. – Т. 7. – № 2. – С. 6–9. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2018-7-2-6-9>
11. Безгодов, И. В. Ранжирование и оценка территорий Иркутской области по уровню комплексного антропогенного загрязнения / И. В. Безгодов, Н. В. Ефимова, М. В. Кузьмина, И. В. Мыльникова // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 2 (287). – С. 38–40. DOI: 10.35627/2219-5238/2017-287-2-38-40
12. Безуглая, Э. Ю. Воздух городов и его изменения / Э. Ю. Безуглая, И. В. Смирнова - Санкт-Петербург: Астерион, 2008. - 253 с.: ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-94856-376-3
13. Березин, И. И. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор развития болезней дыхательной системы / И. И. Березин, А. К. Сергеев // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. – № 1. – С. 7–10.
14. Блинова, Т. В. Моделирование факторов, влияющих на снижение смертности сельского населения России / Т. В. Блинова, С. Г. Былина, В. А. Русановский // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. - 2020. - № 2 (81). - С. 21–25.
15. **Бобкова, Е. В.** Выявление зон риска по коэффициенту общей смертности населения и факторам образа жизни на уровне региона / Е. В. Бобкова, Н. В. Ефимова // Уральский медицинский журнал. - 2023. – Т. 22. - № 4. – С. 36–43. <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2023-22-4-36-43>
16. **Бобкова, Е. В.** Динамика смертности населения трудоспособного возраста и резервы ее снижения в Иркутской области / Е. В. Бобкова // Социальные аспекты

здоровья населения [сетевое издание]. - 2023; - Т. 69. - № 6. – С. 7. Режим доступа: DOI: 10.21045/2071–5021–2023-69-6-7

17. **Бобкова, Е. В.** Половозрастная динамика смертности городского населения от болезней системы кровообращения в период пандемии / Е. В. Бобкова // Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]. - 2024; - Т. 70. - № 3. – С. 7. Режим доступа: DOI: 10.21045/2071–5021–2024-70-3-7

18. Болотова, Е. В. Гендерно-возрастные особенности смертности от болезней системы кровообращения на примере прикрепленного населения территориальной поликлиники Краснодар / Е. В. Болотова, А. В. Концевая, И. В. Ковригина, Л. П. Люберицкая // Кубанский научный медицинский вестник. - 2019. – Т. 26. - № 3. – С. 99–107. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-3-99-107>

19. Борщук, Е. Л. Характеристика показателя смертности в Оренбургской области в 2011–2017 гг. / Е. Л. Борщук, Д. Н. Бегун, Т. В. Бегун // Наука и инновации в медицине. - 2020. - Т. 5. - № 2. - С. 99–104.

20. Брюн, Е. А. О мониторинге смертности населения, связанной с употреблением психоактивных веществ / Е. А. Брюн, Л. И. Летникова, А. Ю. Евдокимов, Ю. Б. Шевцова, В. Ю. Скрябин // Общественное здоровье. - 2021. - Т. 1. - № 1. – С. 44–55. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-1-44-55>

21. Будаев, Б. С. Основные факторы преждевременной смертности трудоспособного населения / Б. С. Будаев, Л. П. Банзарова, О. Г. Богданова, И. Ю. Тармаева // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. - № 2. – С. 166–171. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-2-166-171>

22. Бунова, С. С. COVID-19 и сердечно-сосудистая коморбидность: поиск новых подходов к снижению смертности / С. С. Бунова, П. И. Охотникова, Ю. П. Скирденко, Н. А. Николаев, О. А. Осипова, Н. И. Жернакова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2021. – Т. 20. - № 4. – С. 122–128. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2953>

23. Вангородская, С. А. Изменение образа жизни населения и снижение смертности от хронических неинфекционных заболеваний в контексте достижения третьей цели устойчивого развития / С. А. Вангородская, Т. П. Сабгайда, А. В. Зубко // Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]. - 2022. – Т. 68. - № 6. – С. 8. Режим доступа: DOI:10.21045/2071–5021–2022-68-6-8

24. Ващалова, Т. В. Загрязнение атмосферы Иркутской области в результате природных пожаров и оценка риска здоровью населения / Т. В. Ващалова, В. В. Гармышев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2020. – Т. 28, № 3. – С. 252–262. – DOI 10.22363/2313–2310-2020-28-3-252-262. – EDN BLNQWP.
25. Вековщина, С. А. Качество среды обитания и риск здоровью населения, проживающего под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности / С. А. Вековщина, С. В. Клейн, И. Г. Жданова-Заплесвичко, К. В. Четвёркина // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. - № 1. – С. 16–20.
26. Воевода, М. И. Особенности естественного движения населения в Сибирском федеральном округе в период пандемии коронавирусной инфекции / М. И. Воевода, В. М. Чернышев, И. Ф. Мингазов // Сибирский научный медицинский журнал. – 2023. – Т. 43. - № 5. – С. 184–194. <https://doi.org/10.18699/SSMJ20230521>
27. Герасимов, А. Н. Медицинская статистика / А. Н. Герасимов // М.: ООО «Медицинское информационное агентство». - 2007. - С. 261–271.
28. Глухих, М. В. Анализ медико-демографической ситуации регионов РФ с разными уровнями урбанизации в связи с социально-экономическим статусом населения / М. В. Глухих / В сб.: Анализ риска здоровью – 2023. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2023. - Т. 1. – С. 100–110, ISBN 978-5-398-02936-9
29. Голощапов-Аксенов, Р. С. Динамика заболеваемости болезнями системы кровообращения взрослого населения Московской области / Р. С. Голощапов-Аксенов, В. Ю. Семенов, Д. И. Кича, А. В. Иваненко // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2019. - № 7. – С. 4–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-316-7-4-8>
30. Горбань, В. В. Гендерные и возрастные особенности пищевого поведения городского населения с риском развития хронических неинфекционных заболеваний: наблюдательное когортное исследование / В. В. Горбань, В. С. Меньших, Е. В. Горбань // Кубанский научный медицинский вестник. – 2022. - Т. 29. - № 1. – С. 32–47. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2022-29-1-32-47>

31. Горбачев, Д. О. Гигиеническая оценка рисков здоровью трудоспособного населения, обусловленных питанием / Д. О. Горбачев // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2019. - № 9. – С. 33–39. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-33-39>
32. Гошин, М. Е. Анализ состояния здоровья населения, проживающего в условиях загрязнения атмосферного воздуха пахучими веществами (обзор литературы) / М. Е. Гошин, О. В. Бударина, Н. Н. Демина // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99. - № 9. – С. 930–938. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-9-930-938>
33. Григорьева, Е. А. Здоровье населения при экстремальных температурах: методика прогноза и результаты оценки / Е. А. Григорьева // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98. - № 11. – С.1279–1284. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-11-1279-1284>
34. Григорьева, Е. А. Межсезонная динамика показателей смертности в городах на юге дальнего востока России / Е. А. Григорьева, В. А. Глаголев // Региональные проблемы. – 2021. – Т. 24. - № 2–3. – С.11-18. DOI: 10.31433/2618–9593–2021-24-2-3-11–18.
35. Демографический ежегодник России - оперативные данные Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат) за 2012–2015, 2017, 2019, 2021 [Электронный ресурс] / Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. – URL <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13207> (дата обращения: 15.10.2023).
36. Динамические таблицы Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области за 2011–2022 гг. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области. – URL <http://irkutskstat.gks.ru/> (дата обращения: 25.11.2023).
37. Донцов, В. И. Изменения смертности, продолжительности жизни и скорости старения в XX веке и возможные причины этого / В. И. Донцов // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65. - № 1. – С. 17–23. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-1-17-23>
38. Дорофеев, А. Л. Особенности медико-демографических показателей Еврейской автономной области / А. Л. Дорофеев, В. С. Ступак, В. В. Люцко, О. В. Лемещенко //

Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2022. – Т. 30. - № 1. – С. 102–106.

39. Дуйсембаева, А. Н. Потерянные годы потенциальной жизни среди населения Оренбургской области в 2019–2020 гг. / А. Н. Дуйсенбаева, Е. Л. Борщук, Д. Н. Бегун // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022. - № 4. – С. 7–13. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-4-7-13>

40. Елфимова, Т. А. Апробация методики оперативной оценки последствий лесных пожаров для здоровья экспонированного населения / Т. А. Елфимова, Н. В. Ефимова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 103. – EDN XIBFKR.

41. Ермолицкая, М. З. Выявление взаимосвязи между показателями качества жизни населения и заболеваемостью злокачественными новообразованиями в Приморском крае / М. З. Ермолицкая, П. Ф. Кику // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022. № 6. – С. 7–14. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-6-7-14>

42. Ефимова, Н. В. Возрастная динамика смертности населения от болезней системы кровообращения в период пандемии при снижении загрязнения атмосферного воздуха / Н. В. Ефимова, **Е. В. Бобкова**, Т. С. Зароднюк, А. Ю. Горнов // Гигиена и санитария. - 2024. - Т. 103. - № 9. - С. 925–931.

43. Ефимова, Н. В. Выбор и апробация показателей вариативности динамических рядов, характеризующих среду обитания и здоровье населения / Н. В. Ефимова, **Е. В. Бобкова**, З. А. Зайкова // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2024. - Т. 32. - № 6. – С. 36-44. DOI: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-36-44

44. Ефимова, Н.В. Изучение риска здоровью населения г. Чита при кратковременной ингаляционной экспозиции / Н. В. Ефимова, Т. А. Елфимова // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. - 2011. - № 3, Ч. 2. - С.89-92.

45. Ефимова, Н. В. Комплексный эпидемиологический анализ риска злокачественных новообразований: опыт применения / Н. В. Ефимова, В. С. Рукавишников, И. В. Мыльникова // Гигиена и санитария. - 2021. - Т. 100. - № 11. - С. 1317–1322.

46. Ефимова, Н. В. Опыт использования искусственных нейронных сетей при прогнозировании заболеваемости населения (на примере г. Братска) / Н. В. Ефимова,

А. Ю. Горнов, Т. С. Зароднюк // Экология человека. – 2010. – № 3. – С. 3–7. – EDN KZVBAN.

47. Ефимова, Н. В. Оценка годовой динамики химического аэрогенного риска для здоровья и смертности населения промышленного центра / Н. В. Ефимова, М. В. Кузьмина, **Е. В. Бобкова** // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102. – № 12. – С.1375–1380. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-12-1375-1380>.

48. Ефимова, Н. В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Братска на основе анализа многолетних наблюдений / Н. В. Ефимова, В. С. Рукавишников // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101. – № 9. – С. 998–1003. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003

49. Ефимова, Н. В. Ретроспективный анализ данных о распространённости злокачественных новообразований в Республике Бурятия / Н. В. Ефимова, В. Р. Моторов, И. В. Мыльникова, А. А. Блохин // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. – № 10. – С. 881–886.

50. Жукова, Т. В. Совершенствование учёта рисков развития онкологической заболеваемости в системе социально-гигиенического мониторинга / Т. В. Жукова, М. В. Калинина, И. М. Харагургиева, А. В. Моцкус // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98. – № 1. – С.33-37. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-1-33-37>

51. Зайкова, З. А. Характеристика малых и средних городов Иркутской области по уровням первичной заболеваемости детей и загрязнения атмосферы / З. А. Зайкова, **Е. В. Бобкова** // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2023. – Т. 31. – № 10. – С. 54–61. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-10-54-61>

52. Зайцева, Н. В. Анализ рисков потерь здоровья и комплексная оценка эффективности целевых мер территориальных систем здравоохранения по снижению смертности населения от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний / Н. В. Зайцева, Д. А. Кирьянов, М. Р. Камалтдинов, О. Ю. Устинова, С. В. Бабина, М. Ю. Цинкер, В. М. Чигвинцев // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65. – № 4. – С. 302–309. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-4-302-309>

53. Зайцева, Н. В. Анализ состояния здоровья населения субъекта Восточно – Сибирского экономического района / Н. В. Зайцева, О. Ю. Устинова, А. А. Воробьева, О. Ю. Горбушина // Анализ риска здоровью – 2023. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023: материалы XIII

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2023, Т. 1. – С. 136–143, ISBN 978-5-398-02936-9.

54. Зайцева, Н. В. Качество атмосферного воздуха и показатели риска здоровью как объективные критерии результативности воздухоохранной деятельности на территориях городов-участников федерального проекта «Чистый воздух» / Н. В. Зайцева, И. В. Май // Анализ риска здоровью. - 2023. - № 1. – С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.01

55. Зайцева, Н. В. Методические аспекты и результаты оценки демографических потерь, ассоциированных с вредным воздействием факторов среды обитания и предотвращаемых действиями Роспотребнадзора, в регионах Российской Федерации / Н. В. Зайцева, И. В. Май, С. В. Клейн, Д. А. Кирьянов // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. - № 4. – С. 5–20.

56. Зайцева, Н. В. Опыт организации и проведения санитарно-эпидемиологических исследований по выявлению и доказательству связи нарушений здоровья населения с качеством атмосферного воздуха в зонах влияния хозяйствующих субъектов / Н. В. Зайцева, И. Г. Жданова-Заплесвичко, М. А. Землянова, А. Н. Пережогин, Д. Ф. Савиных // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. - № 1. – С. 4–15. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-334-1-4-15>

57. Зайцева, Н. В. Основные итоги, перспективы применения и совершенствования оценки риска здоровью населения сибирских городов - участников проекта "чистый воздух" (Братск, Норильск, Красноярск, Чита) / Н. В. Зайцева, И. В. Май // Гигиена и санитария. - 2021. – Т. 100. - № 5. – С. 519–527.

58. Землянова, М. А. Тенденции состояния здоровья детского населения и их связь с основными аэрогенными факторами риска в условиях специфического загрязнения атмосферного воздуха предприятиями металлургического и деревообрабатывающего профиля / М. А. Землянова, А. Н. Пережогин, Ю. В. Кольдибекова // Анализ риска здоровью. - 2020. - № 4. – С. 46–53.

59. Зими́на, С. Н. Изменения индекса массы тела и повышенного жираотложения московской молодёжи в 2000–2018 годах / С. Н. Зими́на, М. А. Негашева, И. М. Синева // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. - № 4. – С. 347–357. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-347-357>

60. Зубко, А. В. Потери российского населения от предотвратимых причин сердечно-сосудистой смертности в периоды до и во время пандемии / А. В. Зубко, Т. П. Сабгайда, В. Г. Семенова, Н. Н. Музыкантова // Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]. – 2023. – Т. 69. – № 1. – С. 6. Режим доступа: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1450/30/lang.ru/>
61. Изуткин, Д. А. Диалектика взаимосвязи общественного и индивидуального здоровья / Д. А. Изуткин // Общественное здоровье. – 2021. – Т. 1. – № 3. – С. 5–12. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-3-5-12>
62. Иргашев, Ш. Б. Превентивная медицина — актуальная проблема здравоохранения Узбекистана / Ш. Б. Иргашев, Д. Д. Торакулов // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66. – № 3. – С. 244–250. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-3-244-250>
63. Исаев, Д. С. Оценка риска здоровью городского населения с использованием фоновых долгопериодных средних концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе / Д. С. Исаев, Н. А. Мозжухина, Г. Б. Еремин, Н. Н. Крутикова // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022. – № 5. – С. 23–31. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-5-23-31>
64. Канорский, С. Г. COVID-19 и сердце: прямое и косвенное влияние / С. Г. Канорский // Кубанский научный медицинский вестник. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С. 16–31. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-1-16-31>
65. Капитонов, В. Ф. Обращаемость городского взрослого населения за медицинской помощью до и в период пандемии коронавирусной инфекции (COVID-19) / В. Ф. Капитонов // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65. – № 6. – С. 522–526. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-6-522-526>
66. Карпова, О. Б. Актуальные вопросы кадрового обеспечения в здравоохранении в России и в мире / О. Б. Карпова, А. А. Загоруйченко // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66. – № 3. – С. 181–187. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-3-181-187>
67. Карпова, О. Б. Распространённость ожирения подростков в мире и Российской Федерации в 2012–2018 гг. / О. Б. Карпова, В. О. Щепин, А. А. Загоруйченко // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. – № 4. – С. 365–372. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-365-372>

68. Киёк, О. В. Распространенность факторов риска образа жизни среди студентов средних профессиональных образовательных учреждений / О. В. Киёк, В. Р. Кучма, А. С. Круподер, Т. В. Жукова // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2023. – Т. 31. - № 6. – С. 36–43. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-36-43>
69. Кислицына, В. В. Динамика показателей риска для здоровья населения, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха промышленного центра / В. В. Кислицына, Д. В. Суржиков, Ю. С. Ликонцева, В. А. Штайгер // Гигиена и санитария. – 2024. – Т. 103. - № 4. – С. 358–364. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-4-358-364>. EDN: ssaprt
70. Клейн, С. В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Читы – приоритетной территории федерального проекта «Чистый воздух» / С. В. Клейн, Е. В. Попова // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. - № 12. – С.16-22. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-333-12-16-22>
71. Кобякова, О. С. Перспективные меры по снижению смертности в России: аналитический обзор / О. С. Кобякова, В. И. Стародубов, Д. А. Халтурина, В. А. Зыков, Т. С. Зубкова, Е. С. Замятина // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65. - № 6. – С.573-580. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-6-573-580>
72. Ковшов, А. А. Оценка риска здоровью коренных жителей Чукотского автономного округа в условиях воздействия стойких загрязняющих веществ / А. А. Ковшов, В. П. Чашин // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. -2019. - № 12. – С. 4–10. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-321-12-4-10>
73. Концевая, А. В. Исследование ЭССЕ-РФ: эпидемиология и укрепление общественного здоровья / А. В. Концевая, С. А. Шальнова, О. М. Драпкина // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20. - № 5. – С. 224–232. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2987-39>
74. Корунов, А. О. Сезонное изменение и территориальное распределение содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе Российской Федерации / А. О. Корунов, И. С. Халиков, В. А. Сурнин // Экологическая химия. – 2020. – Т. 29. - № 5. – С. 270–282.
75. Кравченко, Н. А. Пневмонии и COVID-19: анализ заболеваемости и смертности / Н. А. Кравченко, З. А. Зайкова, Т. А. Баянова, Е. В. Бобкова // Социальные аспекты здоровья населения. - 2022. - Т. 68. - № 4. DOI: 10.21045/2071-5021-2022-68-4-2

76. Курбангалеева, Р. Ш. Сравнительный анализ заболеваемости женщин города и села / Р. Ш. Курбангалеева // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. - № 9. – С.11-13.
77. Лаверов, Н. П. Природные и техногенные катастрофы - новые вызовы и угрозы устойчивому развитию / Н. П. Лаверов // Право и безопасность. – 2010. – № 4. – С. 16–19. – EDN NTMOLP.
78. Лаврентьева, С. М. Изучение характера употребления табачной продукции сельским населением Нижегородской области / С. М. Лаврентьева // Современные проблемы экологии и здоровья населения: материалы II Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 300-летию Российской академии наук и V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Экология и здоровье населения». – Иркутск: ИНЦХТ. - 2023. - С. 77–80.
79. Лакман, И. А. Изучение влияния на смертность населения обеспеченности ресурсами здравоохранения с использованием метода иерархического линейного моделирования / И. А. Лакман, В. М. Тимирьянова, Г. Т. Закирьянова // Здравоохранение Российской Федерации. - 2021. – Т. 65. - № 6. – С. 540–548. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-6-540-548>
80. Лапко, И. В. Здоровьесберегающие мероприятия в профилактике заболеваний, ассоциированных с условиями труда / И. В. Лапко, А. В. Жеглова, И. А. Богатырева, К. В. Климкина // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. - Т. 65. - № 4. – С. 372–378. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-4-372-378>
81. Латышев, Г. Д. К вопросу медицинской оценки погод (индекс погоды и реакция больных) / Г. Д. Латышев, В. Г. Бокша // Вопросы курортологии. – 1965. - № 4. – С. 345–351.
82. Леванчук, А. В. Гигиеническая характеристика функционального состояния кардиореспираторной системы детей, подвергающихся сочетанному воздействию загрязнений атмосферного воздуха в различных климатических условиях / А. В. Леванчук, О. И. Копытенкова // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99. - № 6. – С. 603–609. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-6-603-609>
83. Левченко, О. В. Влияние социально-экономических факторов на заболеваемость детей и подростков социально значимыми и основными классами

- болезней / О. В. Левченко, А. Н. Герасимов, В. Р. Кучма // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. - № 8. – С. 21–25.
84. Леденева, М. В. Кластерный анализ регионов России по демографическим показателям / М. В. Леденева, Л. В. Шамрай-Курбатова, А. Н. Столярова, Е. А. Чумакова // Креативная экономика. - 2022. - Т. 16. - № 4. - С. 1621–1636. DOI: 10.18334/ce.16.4.114526
85. Лещенко, Я. А. Здоровье молодежи в контексте кризиса культуры / Я. А. Лещенко, А. А. Лисовцов // Общественное здоровье. – 2022. - № 2(2). – С. 14–28. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2022-2-2-14-28>
86. Лещенко, Я. А. Роль иерархических изменений факторов окружающей среды в формировании нозологической структуры смертности / Я. А. Лещенко, А. А. Лисовцов // Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]. - 2023. – Т. 69. - № 2. – С. 7.
87. Лещенко, Я. А. Смертность как индикатор санитарно-эпидемиологического статуса населения региона / Я. А. Лещенко, А. А. Лисовцов // Гигиена и санитария. - 2021. - Т. 100. - № 12. - С. 1495–1501. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-12-1495-1501
88. Лещенко, Я. А. Тренды смертности населения Иркутской области в процессе социально-экологических трансформаций (1989–2017 гг.) / Я. А. Лещенко, А. А. Лисовцов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98. - № 10. – С. 1141–1147. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-10-1141-1147>
89. Липатова, Т. Е. Здоровье популяции и социальный стресс (на примере распространенности инфаркта миокарда и язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки) / Т. Е. Липатова, Л. А. Тюльтева, Т. П. Денисова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2021. – Т. 17. - № 3. – С. 532–535.
90. Лисицын, Ю. П. Здравоохранение и медицинская наука: вызовы современности и пути преодоления / Ю. П. Лисицын // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2013. – № 2. – С. 3–4. – EDN PZANHJ.
91. Май, И. В. Актуализация программ наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в задачах реализации национальных проектов на региональном уровне / И. В. Май, С. В. Клейн, Е. В. Максимова, С. Ю. Балашов // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2023. – Т. 31. - № 5. – С. 15–24. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-5-15-24>

92. Май, И. В. Показатели риска и вреда здоровью населения в системе новых механизмов мониторинга и управления качеством воздуха / И. В. Май, Н. В. Зайцева // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022. - № 10. – С. 7–15. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-10-7-15>
93. Май, И. В. Результативность мероприятий федерального проекта "чистый воздух" по ключевым показателям - качеству атмосферного воздуха и риску для здоровья населения г. Братска / И. В. Май, С. В. Клейн, Е. В. Максимова // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102. - № 12. – С. 1367–1374. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-12-1367-1374>
94. Май, И. В. Риск здоровью населения Норильска при воздействии веществ, загрязняющих атмосферный воздух / И. В. Май, С. В. Клейн, С. А. Вековшина, С. Ю. Балашов, К. В. Четверкина, М. Ю. Цинкер // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. - № 5. – С. 528–534. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-5-528-534>
95. Май, И. В. Экологическое нормирование пылевых промышленных выбросов: проблемы и пути решения / И. В. Май, С. Ю. Загороднов // Экология и промышленность России. – 2021. - Т. 25. - № 7. – С. 42–47.
96. Макаров, И. Ю. Алкоголь как причина смерти. Динамика показателя и его статистический анализ / И. Ю. Макаров, П. В. Минаева, Л. И. Летникова, М. С. Некрасов // Общественное здоровье. – 2021. – Т. 1. - № 2. – С. 20–27. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-2-20-27>
97. Масनावиева, Л. Б. Оценка структуры ингаляционного риска нарушений иммунитета при многомаршрутном поступлении поллютантов / Л. Б. Масनावиева, Н. В. Ефимова // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. - № 10. – С. 940–944. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2018-97-10-940-944>
98. Маторова, Н. П. Применение математического моделирования динамических систем при изучении влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость детского населения / Н. П. Маторова, Н. В. Ефимова, В. А. Батурин // Гигиена и санитария. – 2003. – № 4. – С. 75–78. – EDN OIWRKX.
99. Медик, В. А. Пути совершенствования организационно-методической деятельности в медицинских организациях на современном этапе реформирования здравоохранения / В. А. Медик // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучения. Вестник

- ВШОУЗ. – 2021. – Т. 7, № 4(26). – С. 40–50. – DOI 10.33029/2411–8621-2021-7-4-40–50. – EDN AMUIEE.
100. Медков, В. М. Демографические прогнозы ООН для мира и России / В. М. Медков // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. – 2008. – № 1. – С. 135–151. – EDN JVKNNX.
101. Механтьев, И. И. Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды / И. И. Механтьев // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. - № 4. – С. 37–42. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42>
102. Микаилова, О. М. Сравнительный анализ динамики показателей заболеваемости ожирением населения Московской области / О. М. Микаилова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65. - № 4. – С. 318–324. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-4-318-324>
103. Моргунов, Б. А. Факторы риска нарушений здоровья от транспортных выбросов двигателей внутреннего сгорания: современное состояние проблемы / Б. А. Моргунов, В. П. Чашин, А. Б. Гудков, М. В. Чашин, О. Н. Попова, А. Н. Никанов, Ю. Томассен // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022. - № 5. – С. 7–14. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-5-7-14>
104. Москвичева, М. Г. Анализ состояния первичной медико-санитарной помощи сельскому населению на региональном уровне / М. Г. Москвичева, М. М. Полинов // Уральский медицинский журнал. – 2021. – Т. 20. - № 1. – С. 50–57. <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2021-20-1-50-57>
105. Мусихина, С. А. Санитарно-гигиеническая характеристика атмосферного воздуха основных транспортных магистралей промышленного города / С. А. Мусихина, В. Г. Степанова, Е. А. Мусихина // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. - № 1. – С. 49–53. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-334-1-49-53>
106. Муштайкин, А. П. Картографирование избыточной смертности в районах Мордовии в 2020 году на фоне пандемии коронавируса / А. П. Муштайкин, О. В. Рычкова, В. Н. Маскайкин // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. – 2022. - № 3. – URL.: <https://srjournal.ru/2022/id373/>

107. Мыльникова, И. В. Оценка режима и рациона питания студентов с высоким риском основных общепатологических синдромов: пилотное исследование / И. В. Мыльникова, Н. В. Ефимова, М. П. Дьякович, Е. А. Ткачук // Вопросы диетологии. – 2022. – Т.12. - № 2. – С.20-26. DOI: 10.20953/2224-5448-2022-2-20-26
108. Немцов, А. В. Потребление алкоголя во время эпидемии коронавируса в России / А. В. Немцов, Р. В. Гридин // Общественное здоровье. – 2021. – Т. 1. - № 2. – С. 28–49. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-2-28-49>
109. Николаева, Л. А. Факторы риска загрязнения окружающей среды диоксинсодержащими соединениями / Л. А. Николаева, Л. П. Игнатьева, М. Ф. Савченков // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. - № 1. – С. 39–43. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-322-1-39-43>
110. Ноздрина, Н. А. Эконометрика. Множественная регрессия, система эконометрических уравнений и временные ряды в эконометрических исследованиях: учебное пособие/ - 2-е изд., доп. и исправл. – Ч.2 / Н. А. Ноздрина. – Димитровград: ДИТУД УлГТУ, 2009. – 92 с.
111. Носков, С. Н. Исследование взаимосвязи между вариациями природно-климатических факторов и заболеваемостью населения на выбранных территориях Российской Федерации / С. Н. Носков, О. М. Ступишина, Г. Б. Еремин, Е. Г. Головина, Д. С. Исаев // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2023. – Т. 31. - № 5. – С. 7–14. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-5-7-14>
112. Ноткин, Е. Л. Об углубленном анализе данных заболеваемости с временной нетрудоспособностью / Е. Л. Ноткин // Гигиена и санитария. – 1979. - № 5. – С. 41.
113. Ойноткинова, О. Ш. Оценка роли нездорового питания и низкой физической активности в развитии сахарного диабета и сердечно-сосудистых осложнений (обзор литературы) / О. Ш. Ойноткинова, В. М. Кураева, Е. В. Есин, С. А. Гусаренко // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66. - № 6. – С. 478–483. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-6-478-483>
114. Онищенко, Г. Г. Кластерная систематизация параметров санитарно-эпидемиологического благополучия населения регионов российской федерации и городов федерального значения / Г. Г. Онищенко, Н. В. Зайцева, И. В. Май, Е. Е. Андреева // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1 (13). – С. 4–1.

115. Пайков, А. Ю. Характеристика инвалидности взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области / А. Ю. Пайков, Н. С. Запарий, А. В. Аболь // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. - № 3. – С. 9–17. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-9-17>
116. Погожева, А. В. Роль образовательных программ в области здорового питания как основы профилактики неинфекционных заболеваний (обзор литературы) / А. В. Погожева, Е. А. Смирнова // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99. - № 12. – С. 1426–1430. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1426-1430>
117. Попова, А. Ю. Информационно-аналитическая поддержка управления риском для здоровья населения на основе реализации концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в российской федерации на период до 2030 года / А. Ю. Попова, С. В. Кузьмин, В. Б. Гурвич, Д. Н. Козловских, С. В. Романов, О. В. Диконская, О. Л. Малых, Е. А. Кузьмина, С. В. Ярушин // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. - 2019. - № 9 (318). - С. 4–12.
118. Попова, Л. Ю. Опыт применения информационной технологии – «Региональный регистр бронхиальной астмы у детей» / Г. Д. Алеманова, О. В. Воляник, Т. В. Вивтаненко, Е. В. Бобкова, Д. В. Дегтярева // Оренбургский медицинский вестник. – 2019. - Т. VII. - № 1 (25). – С.73-76.
119. Попова, Е. К. Оценка распространённости факторов риска хронических неинфекционных заболеваний среди сотрудников Северо-Восточного федерального университета / Е. К. Попова, С. М. Иванова, Н. В. Саввина, Н. С. Архипова, И. О. Попов, Ж. В. Аскарова, В. Я. Синамбела, Н. В. Аввакумова, Л. Г. Чибыева // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. - № 1. – С. 60–65. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-1-60-65>
120. Потемкина, Р. А. Профилактика неинфекционных заболеваний: от изучения факторов риска до национальных программ / Р. А. Потемкина, Л. А. Мыльникова, Н. Н. Камынина, О. А. Пивоварова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65. - № 5. – С. 440–446. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-5-440-446>
121. Прокофьев, В. А. Вопросы оценки и нормирования коэффициента вариации / В. А. Прокофьев, М. Н. Толмачев, М. В. Головкин // Вопросы экономики и права. - 2017. - № 10. - С34-37.

122. Прохоров, Н. И. Распространённость курения и информированность студентов медицинского университета о вреде табакокурения / Н. И. Прохоров, Е. А. Шашина, Л. Н. Семеновых, В. В. Макарова, Е. Е. Козеева // Гигиена и санитария. – 2019. – Т.98. - № 3. – С. 294–300. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-3-294-300>
123. Прусаков, В. М. Роль специфичности и неспецифичности воздействия локальных факторов окружающей среды в формировании массовых неинфекционных заболеваний / В. М. Прусаков, А. В. Прусакова // Гигиена и санитария. - 2017. – Т.96. - № 10. – С. 922–929. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2017-96-10-922-929>
124. Ракитский, В. Н. Оценка канцерогенного риска здоровью городского населения, обусловленного воздействием факторов среды обитания / В. Н. Ракитский, Ю. И. Стёпкин, О. В. Клепиков, С. А. Куролап // Гигиена и санитария. – 2021. – Т.100. - № 3. – С. 188–195. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-188-195>
125. Рахманов, Р. С. Оценка влияния сочетанного действия климатических условий как факторов риска для здоровья населения в Дагестане / Р. С. Рахманов, С. А. Колесов, С. И. Жаргалов, Д. В. Непряхин // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. - № 10. – С. 32–35.
126. Ревич, Б. А. Изменение климата в России – проблемы общественного здоровья / Б. А. Ревич // Общественное здоровье. – 2021. – Т.1. - № 4. – С. 5–14. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-4-5-14>
127. Ревич, Б. А. Риски здоровью населения в "горячих точках" от химического загрязнения арктического макрорегиона. / Б. А. Ревич // Проблемы прогнозирования. - 2020. - № 2 (179). - С. 148–157.
128. Ревич, Б. А. Эффективен ли проект «Чистый воздух» для улучшения здоровья населения 12 городов? / Б. А. Ревич // Экологический вестник России. - 2020. - № 3. – С. 58–68.
129. Редько, А. Н. Особенности динамики зарегистрированной смертности населения Краснодарского края от причин, связанных с употреблением алкоголя / А. Н. Редько, С. В. Губарев // Кубанский научный медицинский вестник. - 2020. – Т. 27. - № 4. – С. 93–104. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-4-93-104>
130. Руголь, Л. В. Влияние кадрового обеспечения первичной медико-санитарной помощи на эффективность ее деятельности / Л. В. Руголь, И. М. Сон, Л. И.

- Меньшикова // Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]. – 2020. – Т. 66. - № 3. – С. 9. DOI: 10.21045/2071–5021–2020-66-3-9
131. Рукавишников, В. С. Изучение риска здоровью при кратковременной ингаляционной экспозиции в условиях лесных пожаров / В. С. Рукавишников, Н. В. Ефимова, Т. А. Елфимова // Гигиена и санитария. – 2013. – Т. 92. - № 1. – С. 50–52. – EDN PVFGZR.
132. Сабаев, А. В. Анализ динамики первичной заболеваемости населения Омской области / А. В. Сабаева, О. П. Голева, З. Б. Тасова // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2019. - № 7. – С. 13–16. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-316-7-13-16>
133. Савилов, Е. Д. Эпидемиологический анализ: Методы статистической обработки материала / Е. Д. Савилов, В. А. Астафьев, С. Н. Жданова, Е. А. Заруднев. - Новосибирск: Наука-Центр. - 2011. - 156 с.
134. Савина, А. А. Оценка сдвигов возрастного профиля смертности взрослых в Москве в период пандемии / А. А. Савина, Е. В. Землянова, С. И. Фейгинова, Н. А. Тарасов // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66. - № 6. – С. 451–458. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-6-451-458>
135. Савченков, М. Ф. Анализ и стратегии обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибири / М. Ф. Савченков, Н. В. Ефимова // Acta Biomedica Scientifica. – 2018. - Т. 3. - № 6. – С. 156–63.
136. Салагай, О. О. Влияние курения на формирование профессиональных заболеваний легких у работающих, контактирующих с промышленными аэрозолями / О. О. Салагай, И. В. Бухтияров, Л. П. Кузьмина, Л. М. Безрукавникова, А. Г. Хотулева, Р. А. Анварул // Общественное здоровье. – 2021. – Т.1. - № 3. – С. 32–41. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41>
137. Салтыкова, М. М. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор повышенной смертности населения / М. М. Салтыкова, О. В. Шопина, А. В. Балакаева, И. П. Бобровницкий // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. – 2020. - № 4. – С. 4–16.
138. Салтыкова, М. М. Основные причины смертности, обусловленной загрязнением воздуха / М. М. Салтыкова, А. В. Балакаева, Т. П. Федичкина, И. П. Бобровницкий // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99. - № 4. – С. 337–343. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-4-337-343>

139. Седых, Д. Ю. Отдельные показатели общественного здоровья в сибирском федеральном округе, в условиях пандемии COVID-19 / Д. Ю. Седых, О. Л. Барбараш, Е. В. Индукаева, Г. В. Артамонова // Социальные аспекты здоровья населения. – 2023. – Т. 69. - № 5. – С. 3. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2023-69-5-3>
140. Семенова, В. Г. Первый год пандемии: социальный отклик в контексте причин смерти / В. Г. Семенова, А. Е. Иванова, Т. П. Сабгайда, Г. Н. Евдокушкина, В. Г. Запорожченко // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66. - № 2. – С. 93–100. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-2-93-100>
141. Степанов, Н. А. Показатели заболеваемости бронхиальной астмой в Мордовии / Н. А. Степанов, Л. В. Ледяйкина, В. С. Верещагина, Т. А. Куняева // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. - № 7. – С. 57–60.
142. Тесленок, С. А. Картографирование избыточной смертности на территории постсоветского пространства в 2020–2021 годах на фоне пандемии коронавируса / С. А. Тесленок, А. П. Муштайкин // Региональные геосистемы. – 2022. – Т. 46. - № 4. – С. 513–521. DOI: 10.52575/2712–7443-2022-46-4-513-521
143. Тутельян, В. А. Здоровое питание для общественного здоровья / В. А. Тутельян // Общественное здоровье. - 2021. – Т. 1. - № 1. – С. 56–64. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64>
144. Улумбекова, Г. Э. Здравоохранение России. Что надо делать. Состояние и предложения: 2019–2024 гг. / Г. Э. Улумбекова. — 3-е изд. — Москва: ГЭОТАР-Медиа. - 2019. — 416 с. — DOI: 10.33029/9704-5417-6-3-HR-2019-1-416
145. Улумбекова, Г. Э. Количественный анализ факторов, влияющих на состояние здоровья населения в Российской Федерации / Г. Э. Улумбекова, А. Б. Гинойн, Е. А. Чабан // Медицинское образование и профессиональное развитие. — 2016. — № 2. — С. 107–120
146. Усачева, Е. В. Смертность трудоспособного населения России от сердечно-сосудистых заболеваний / Е. В. Усачева, А. В. Нелидова, О. М. Куликова, И. П. Флянку // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. - № 2. – С. 159–165. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-2-159-165>
147. Ушакова, О. В. Оценка потерь здоровья населения старшей возрастной группы / О. В. Ушакова, Н. В. Ефимова, А. Ю. Тарасов, Е. В. Катаманова // Гигиена и

санитария. – 2020. – Т. 99. - № 10. – С. 1170–1176. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-10-1170-1176>

148. Халтаев, Н. Г. Как достичь целей устойчивого развития ООН в области неинфекционных заболеваний к 2030 году, по данным исследований в 49 странах / Н. Г. Халтаев, С. В. Аксельрод // Общественное здоровье. – 2021. – Т. 1. - № 3. – С. 13–25. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-3-13-25>

149. Халтурина, Д. А. Подход «Здоровье во всех политиках» и оценка регулирующего воздействия на общественное здоровье в России и в мире / Д. А. Халтурина, В. А. Зыков, Т. С. Зубкова // Общественное здоровье. – 2021. – Т. 1. - № 4. – С. 15–33. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-4-15-33>

150. Ходош, Э. М. Влияние сокращения больничных коек на доступность и качество медицинской помощи / Э. М. Ходош, О. А. Ефремова // Научный результат. Серия Медицина и фармация. - 2015. - № 2. - С. 48–61.

151. Цаллагова, Р. Б. Оценка риска здоровью населения с болезнями органов кровообращения при неблагоприятных погодных условиях / Р. Б. Цаллагова, О. И. Копытенкова, Ф. К. Макоева, А. Р. Наниева // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99. - № 5. – С. 488–492. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-5-488-492>

152. Цунина, Н. М. Оценка риска здоровью населения г. Самары, связанного с химическим загрязнением питьевой воды / Н. М. Цунина, Ю. В. Жернов // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. - 2018. - №11. – С. 22–26.

153. Чаулин, А. М. Факторы окружающей среды и сердечно-сосудистые заболевания / А. М. Чаулин, Д. В. Дупляков // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. - № 3. – С. 223–228. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-223-228>

154. Черных, Д. А. Климатические характеристики как потенциальные факторы риска для здоровья населения Красноярского края. Сообщение 1. / Д. А. Черных, Е. Н. Бельская, О. В. Тасейко // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. - № 1. – С. 54–62. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62>

155. Численность населения по полу и возрасту с 2011 по 2022 гг. / Статистические бюллетени / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области.: Иркутск, 2012–2023 гг.

156. Шарыпова, С. Ю., Гордеева, С. С. Рискогенное поведение россиян в сфере здоровья: динамика и факторы воздействия / С. Ю. Шарыпова, С. С. Гордеева // Анализ риска здоровью. - 2023. - № 4. - С. 54–67. DOI: 10.21668/health.risk/2023.4.05
157. Шелыгин, К. В. Динамические характеристики медико-демографических показателей популяционного здоровья Архангельской области в первое двадцатилетие XXI века: ретроспективное аналитическое описательное исследование / К. В. Шелыгин, Ю. А. Сумароков // Кубанский научный медицинский вестник. – 2023. – Т. 30. - № 2. – С. 54–63. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2023-30-2-54-63>
158. Шипилов, И. В. Профилактика никотиновой зависимости на предприятиях Сибирской Угольной Энергетической Компании / И. В. Шипилов, В. А. Бетехтина, Л. В. Цай, В. Н. Воронин, Е. А. Ладик, А. И. Кучинов // Общественное здоровье. – 2021. – Т. 1. - № 3. – С. 53–59. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-3-53-59>
159. Шляхто, Е. В. Пандемия COVID-19 и сердечно-сосудистые заболевания. Уроки и перспективы / Е. В. Шляхто, А. О. Конради, Т. Л. Каронова, П. А. Федотов // Вестник Российской академии наук. – 2022. – Т. 92. - № 7. – С. 686–690. <https://doi.org/10.1134/S1019331622040098>.
160. Шмакова, Н. Н. Региональные особенности медико-демографических показателей здоровья населения Белгородской области (на примере болезней органов пищеварения за период 2000–2017 гг.) / Н. Н. Шмакова, Т. В. Дмитриева, В. Н. Дмитриев, М. А. Урусова, Н. А. Андреева, С. А. Пензев, Н. С. Запарий, А. Ю. Пайков // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. - № 7. – С. 57–66. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-7-57-66>
161. Яковлева, Т. П. Сравнительный анализ заболеваемости и смертности населения, проживающего в различных климатических поясах России / Т. П. Яковлева, Н. С. Михайлова, Г. И. Тихонова, М. А. Калитина // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. - № 9. – С. 813–818. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2018-97-9-813-818>
162. Ярушин, С. В. Ключевые аспекты оценки результативности и эффективности реализации федерального проекта «Чистый воздух» на примере Комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в городе Нижний Тагил / С. В. Ярушин, Д. В. Кузьмин, А. А. Шевчик, Т. М. Цепилова, В. Б. Гурвич, Д. Н. Козловских, И. А. Власов, Ю. Я. Бармин, О. Л. Малых, Е. А. Кузьмина // Здоровье

- населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. - № 9. – С. 48–60. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-330-9-48-60>
163. Akhmetzhanov, A. R. Estimation of delay-adjusted all-cause excess mortality in the USA: March-December 2020. *Epidemiol Infect.* 2021; 149: 156. doi: 10.1017/S0950268821001527.
 164. Alsaied, T., Bokma, J. P., Engel, M. E., Kuijpers, J. M., Hanke, S. P., Zuhlke, L., Zhang, B., Veldtman, G. R. Factors associated with long-term mortality after Fontan procedures: a systematic review. *Heart.* 2017; 103(2): 104-110. doi: 10.1136/heartjnl-2016-310108\$
 165. Arai, H., Mortaki, K., Rane, P., Quinn, C., Zhao, Z., Qian, Y. Estimating years of life lost due to cardiovascular disease in Japan. *Circ J.* 2019; 83 (5): 1006-1010. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-18-1216>
 166. Armstrong, D. The COVID-19 pandemic and cause of death. *Sociol. Health Illn.* 2021; 43(7): 1614-26. <https://doi.org/10.1111/1467-9566.13347>
 167. Aykaç N., Etiler N. COVID-19 mortality in Istanbul in association with air pollution and socioeconomic status: an ecological study. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022 Feb;29(9):13700-13708. doi: 10.1007/s11356-021-16624-1
 168. Baek, J., Lee, H., Lee, H. H., Heo, J. E., Cho, S. M. J., Kim, H. C. Thirty-six-year trends in mortality from diseases of circulatory system in Korea. *Korean Circ J.* 2021; 51(4): 320-332. <https://doi.org/10.4070/kcj.2020.0424>
 169. Banerjee, A., Chen, S., Pasea, L., Lai, A. G., Katsoulis, M., Denaxas, S., et al. Excess deaths in people with cardiovascular diseases during the COVID-19 pandemic. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2021; 28(14): 1599-609. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwaa155>
 170. Baptista, E. A., Queiroz, B. L. Spatial analysis of cardiovascular mortality and associated factors around the world. *BMC Public Health.* 2022. 22: 1556 <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13955-7>
 171. Besser, L. M., Jimenez, M. P., Reimer, C. J., Meyer, O. L., Mitsova, D., George, K. M., Adkins-Jackson, P. B., Galvin, J. E. Diversity of Green space and Brain health research by Racial/Ethnic group and Geographic Region: A Quick Overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10.3390/ijerph20095666, 20, 9, (5666), (2023).
 172. Brachowicz, N., Castello, J. V. Is changing the minimum legal drinking age an effective policy tool? *Health Econ.* 2019; 28(12): 1483-90. <https://doi.org/10.1002/hec.3955>

173. Brainin, M., Feigin, V. L., Norrving, B., Martins, S.C.O., Hankey, G. J., Hachinski, V., et al. Global prevention of stroke and dementia: the WSO Declaration. *Lancet Neurol.* 2020; 19(6): 487-8. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(20\)30141-1](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(20)30141-1)
174. Carlson, P. Commentary: Russia's mortality crisis, alcohol and social transformation // *Int J. Epidemiol.* 2009; 38(1): 156–7. URL: <http://ije.oxfordjournals.org/content/38/1/156.full.pdf+html>
175. Chang, J., Deng, Q., Guo, M., Ezzati, M., Baumgartner, J., Bixby, H., et al. Trends and inequalities in the incidence of acute myocardial infarction among Beijing townships, 2007-2018. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18(23): 12276. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312276>
176. Colley, P., Myer, B., Seabrook, J., Gilliland, J. The impact of Canadian school food programs on children's nutrition and health: A systematic review. *Can. J. Diet. Pract. Res.* 2019; 80(2): 79-86. <https://doi.org/10.3148/cjdpr-2018-037>
177. DeFlorio-Barker, S.; Crooks, J.; Reyes, J.; Rappold, A. Cardiopulmonary Effects of Fine Particulate Matter Exposure among Older Adults, during Wildfire and Non-Wildfire Periods, in the United States 2008–2010, *Environ. Health. Persp.* 2019, 127. <https://doi.org/10.1289/EHP3860>,
178. Do, V., Chen, C., Benmarhnia, T., Casey, J. A. Spatial Heterogeneity of the Respiratory Health Impacts of Wildfire Smoke PM_{2.5} in California. */Geohealth.* 2024 Mar 28;8(4): e2023GH000997. doi: 10.1029/2023GH000997.
179. Eckstein, D., Kunzel, V., Schafer, L., et al. Global climate risk index 2020. Bonn, Berlin: Germanwatch e.V., 2019. 43 p.
180. Efimova, N. V., Rukavishnikov, V. S. Assessment of smoke pollution caused by wildfires in the Baikal Region (Russia), *Atmosphere.* 2021; 12(12): 1542. doi:10.3390/atmos12121542.
181. Ekelund, U., Tarp, J., Steene-Johannessen, J., Hansen, B.H. et al. Dose-response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and all-cause mortality: systematic review and harmonised meta-analysis. *BMJ.* 2019; 366: l4570. doi: 10.1136/bmj. l4570
182. Fadadu, R. P.; Balmes, J. R.; Holm, S. M. Differences in the estimation of wildfire-associated air pollution by satellite mapping of smoke plumes and ground-level monitoring. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020 17:21, 8164u

183. Finan, L. J., Lipperman-Kreda, S., Abadi, M., Grube, J. W., Kaner, E., Balassone, A., et al. Tobacco outlet density and adolescents' cigarette smoking: a meta-analysis. *Tob. Control.* 2019; 28(1): 27-33. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2017-054065>
184. Gan, R. W.; Ford, B.; Lassman, W.; Pfister, G.; Vaidyanathan, A.; Fischer, E. et al. Comparison of wildfire smoke estimation methods and associations with cardiopulmonary-related hospital admissions. *Geohealth* 2017, 1, 122–136
185. GBD. Global age-sex-specific mortality, life expectancy, and population estimates in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1950-2021, and the impact of the COVID-19 pandemic: a comprehensive demographic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. Demographics Collaborators. *Lancet.* 2024 May 18;403(10440):1989–2056. doi: 10.1016/S0140-6736(24)00476-8
186. Gornov, A. Yu., Zarodnyuk, T. S., Anikin, A. S., Sorokovikov, P. S., Tyatyushkin, A. I. Software engineering for optimal control problems. *Lecture Notes in Networks and Systems.* 2022; 424: 415–426. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-97020-8_38.
187. Hassan, Bhat T., Jiawen, G., Farzaneh, H. Air pollution health risk assessment (AP-HRA), principles and applications. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(4):1935. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041935>
188. Health Effects Institute. 2020. State of Global Air 2020. Special Report. Boston, MA: Health Effects Institute. Доступ 10.09.2023 <https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/documents/2020-10/soga-2020-report.pdf>
189. Hernandez, Carballo I., Bakola, M., Stuckler, D. The impact of air pollution on COVID-19 incidence, severity, and mortality: A systematic review of studies in Europe and North America. *Environ Res.* 2022 Dec;215(Pt 1):114155. doi: 10.1016/j.envres.2022.114155.
190. Horb, E. C., Wentworth, G. R., Makar, P. A., Liggio, J., Hayden, K., Boutzis, E. I., Beausoleil, D. L., Hazewinkel, R. O., Mahaffey, A. C., Sayanda, D., Wyatt, F., Dubé, M. G. *Integr Environ Assess Manag.* 2022 Mar;18(2):333-360. doi: 10.1002/ieam.4539.
191. Huang, W., Zhou, Y., Chen, X., Zeng, X., Knibbs, L. D, Zhang, Y. et al. Individual and joint associations of long-term exposure to air pollutants and cardiopulmonary

- mortality: a 22-year cohort study in Northern China. *Lancet Reg Health West Pac.* 2023; 36: 100776. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100776>.
192. Islam, N., Shkolnikov, V. M., Acosta, R. J. at all. Excess deaths associated with covid-19 pandemic in 2020: age and sex disaggregated time series analysis in 29 high income countries *BMJ* 2021; 373: n1137. doi. 10.1136/bmj. n1137
193. Jaba, E., Balan, C., Robu, I. The relationship between life expectancy at birth and health expenditures estimated by a cross-country and time-series analysis. *Procedia Economics and Finance*, 2014;15: 108–114. DOI 10.1016/S2212-5671(14)00454-7
194. Johnston, F.H., Salimi, F., Williamson, G. J., Hender-son, S. B., Yao, J., Dennekamp, M., Smith, K., Abramson, M. J., Morgan, G. G. Ambient particulate matter and paramedic assessments of acute diabetic, cardiovascular, and respiratory conditions. *Epidemiology*. 2019; 30 (1): 11–19. doi: 10.1097/ede.0000000000000929
195. Karlinsky, A., Kobak, D. The World Mortality Dataset: Tracking excess mortality across countries during the COVID-19 pandemic. *medRxiv preprint* doi: 10.1101/2021.01.27.21250604
196. Khobragade, A. W, Kadam D. D. Spatial mapping and socio-demographic determinants of COVID-19 mortality in India./*J Family Med Prim Care*. 2021;10(11):4200-4204. doi: 10.4103/jfmprc.jfmprc_903_21.
197. Kouhpayeh, H. Clinical features predicting COVID-19 mortality risk. *Eur J. Transl Myol.* 2022; 32(2): 10268. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2022.10268>
198. Kreiner, C. T., Nielsen, T. H., Serena, B. L. Role of income mobility for the measurement of inequality in life expectancy. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2018; 115(46): 11754-9. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811455115>
199. Krstic, N.; Henderson, S. B. Use of MODIS data to assess atmospheric aerosol before, during, and after community evacuations related to wildfire smoke. *Remote sensing of environment* 2015, 166, 1-7. doi: 10.1016/j.rse.2015.05.017
200. Landis, J.; Pancra, P.; Graney, J. R.; White, E. M.; Edgerton, E. S.; Legge, A.; Percy, K. E. Source apportionment of ambient fine and coarse particulate matter at the Fort McKay community site, in the Athabasca Oil Sands Region, Alberta, Canada. *Sci. Tot. Environ.* 2017, 584–585, 105–117.
201. Lee, W. E., Park, S. W., Weinberger, D. M., Olson, D., Simonsen, L., Grenfell, B.T., et al. Direct and indirect mortality impacts of the COVID-19 pandemic in the US, March

- 2020-April 2021. medRxiv. 2022; 2022.02.10.22270721. Preprint. <https://doi.org/10.1101/2022.02.10.22270721>
202. Lefler, J. S., Higbee, J. D, Burnett, R. T, Ezzati, M., Coleman, N. C., Mann, D. D. et al. Air pollution and mortality in a large, representative U.S. cohort: multiple-pollutant analyses, and spatial and temporal decompositions. *Environ.* 2019; 18(1): 101. <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0544-9>.
203. Lelieveld, J., Pozzer, A. , Pöschl, U., Fnais, M. , Haines, A., Münzel, T. Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. *Cardiovasc Res.* 2020; 116 (11): 1910-1917. doi: 10.1093/cvr/cvaa025.
204. Lepeule, J., Litonjua, A. A., Gasparrini, A., Koutrakis, P., Sparrow, D., Vokonas, P. S., Schwartz, J. Lung function association with outdoor temperature and relative humidity and its interaction with air pollution in the elderly. *Environ. Res.* 2018; 165: 110–117. DOI: 10.1016/j.envres.2018.03.039.
205. Lopes-Bueno, J., Navas-Martin, M., Diaz, J., Miron, I.J., Luna, M.Y., Sánchez-Martínez, G., Culqui, D., Linares, C. The Effect of Cold Waves on Mortality in Urban and Rural Areas of Madrid. / *Environmental Sciences Europe*, 2021. 33: 72. DOI: 10.1186/s12302-021-00512-z.
206. Lu, Q., Zhang, Y., Geng, T., et al. Association of lifestyle factors and antihypertensive medication use with risk of all-cause and cause-specific mortality among adults with hypertension in China. *JAMA Netw Open.* 2022; 5(2): e2146118. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.46118.
207. Matz, C. J., Egyed, M., Xi, G., Racine, J., Pavlovic, R., Rittmaster, R., Henderson, S. B., Stieb, D. M.: Health impact analysis of PM_{2.5} from wildfire smoke in Canada (2013–2015, 2017–2018), *Sci. Total Environ.*, 725, 138506, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138506>, 2020.
208. McKee, M. The changing context of public health in Europe. *Eur. J. Public Health.* 2019; 29(Suppl. 4): ckz185.510, <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz185.510>
209. Moraes, S., Almendra, R., Barrozo, L. Impact of Heat Waves and Cold Spells on Cause-Specific Mortality in the City of São Paulo, Brazil. / *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2022. 239: 113952. DOI: 10.1016/j.ijheh.2021.113861

210. Paavola, J. Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK. *Environmental Health*, 2017;16 (Suppl 1), 113, 61-68. DOI: 10.1186/s12940-017-0328-z
211. Pope, C. A., Dockery, D.W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2006, 56, 709-742. <https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485>
212. Pope, C. A., Turner M. C., Burnett R. et al. Relationships between fine particulate air pollution, cardiometabolic disorders and cardiovascular mortality. */Circ. Res.* 2015; 116, No. 1: P. 108-115.
213. Pradhan, A., Olsson, P.- E., Sex differences in severity and mortality from COVID-19: are males more vulnerable? *Biology of Sex Differences*; 2020;11:53. Doi 10.1186/s13293-020-00330-7
214. Pritchard, C., Porters, S., Rosenorn-Lanng, E., Williams, R. Mortality in the USA, the UK and other western countries, 1989-2015: What Is Wrong With the US? *Int J Health Serv.* 2021; 51(1): 59-66. doi: 10.1177/0020731420965130.
215. Radosavijevic V. Environmental health and bioterrorism. In: *Encyclopedia of Environmental Health*. Elsevier; 2019: 450-7. <https://doi.org/10.1016%2FB978-0-444-52272-6.00373-1>
216. Rawson, N. S. B. Leading causes of mortality and prescription drug coverage in Canada and New Zealand. *Front. Public Health*. 2020; 8: 544835. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.544835>.
217. Raz-Maman, C., Carel, R. S., Borochoy-Greenberg, N., Zack, O., Portnov, B. A. The exposure assessment period to air pollutants which affects lung function: analysis of recent studies and an explanatory model. *Air Quality, Atmosphere & Health* .2021; 15 (3): 393–402. doi:10.1007/ s11869-021-01128-1.
218. Romanello, M., McGushin, A. Di Napoli, C., Drummond, P., Hughes, N., Jamart, L. et al. The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *Lancet*. 2021; 398: 161-1662. doi: 10.1016/S0140-6736(21)01787-6.
219. Romanov, A. A., Tamarovskaya, A. N., Gusev, B. A., Leonenko, E. V., Vasiliev, A. S., Krikunov, E. E. Catastrophic PM_{2.5} emissions from siberian forest fires: Impacting factors analysis. *Environmental Pollution*. 2022; 306: 119324. doi: 10.1016/j.envpol.2022.119324.

220. Rustemeyr, N., Howells, M. Excess Mortality in England during the 2019 Summer Heatwaves. *Climate*, 2021. 9(1): 14. DOI: 10.3390/cli9010014.
221. Sanchez-Piedra C, Cruz-Cruz C, Gamiño-Arroyo AE, Prado-Galbarro FJ. Effects of air pollution and climatology on COVID-19 mortality in Spain. /*Air Qual Atmos Health*. 2021;14(11):1869-1875. doi: 10.1007/s11869-021-01062-2.Srivastava A. COVID-19 and air pollution and meteorology-an intricate relationship: A review. / *Chemosphere*. 2021 Jan; 263:128297. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.12829
222. Sarovar, V., Malig, B.J., Basu, R. A case-crossover study of short-term air pollution exposure and the risk of stillbirth in California, 1999-2009. *Environ. Res.* 2020; 191: 110103. DOI: 10.1016/j.envres.2020.110103.
223. Sheppard N., M. Carroll, C. Gao, T. Lane Particulate matter air pollution and COVID-19 infection, severity, and mortality: A systematic review and meta-analysis/ *Sci Total Environ*/. 2023 Jul 1:880:163272. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163272
224. Stansberry, T. T., Tran, L, Myers, C. Using Geographic Information Systems in health disparities research: Access to care considerations. *Res Nurs Health*. 2023;46(6):635-644. doi: 10.1002/nur.22348.
225. Sun, S., Laden, F., Hart, J. E., Qiu, H., Wang, Y., Wong, C. M., Lee, R. S., Tian, L. Seasonal temperature variability and emergency hospital admissions for respiratory diseases: a population-based cohort study. *Thorax*. 2018; 73: 951–958. doi: 10.1136/thoraxjnl-2017-211333.
226. Tadayon, S., Wickramasinghe, K., Townsend, N. Examining trends in cardiovascular disease mortality across Europe: how does the introduction of a new European Standard Population affect the description of the relative burden of cardiovascular disease? *Popul Health Metr*. 2019; 17(1): 6. <https://doi.org/10.1186/s12963-019-0187-7>
227. Tan, T., Hu, M., Li, M., Guo, Q., Wu, Y., Fang, X., Gu, F., Wang, Yu, Wu, Z. New insight into PM2.5 pollution patterns in Beijing based on one-year measurement of chemical compositions. *Science of The Total Environment*, 2018; 621: 734-743 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.208
228. Ungvari, Z, Tarantini, S, Donato, A. J, Galvan, V, Csiszar, A. Mechanisms of vascular aging. *Circ Res*. 2018;123(7):849-867. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.311378>.

229. Veremchuk, L. V., Tsarouhas, K., Vitkina, T. I., Mineeva, E. E., Gvozdenko, T. A., Antonyuk, M. V., Rakitskii, V. N., Sidletskaia, K. A., Tsatsakis, A. M., Golokhvast, K. S. Impact evaluation of environmental factors on respiratory function of asthma patients living in urban territory. *Environmental Pollution*. 2018; 235: 489—496.
230. Vieira, A., Ricoca Peixoto, V., Aguiar, P., Sousa, P., Abrantes, A. Excess non-COVID-19 mortality in Portugal: seven months after the first death. *Port. J. Public Health*. 2020; 38(Suppl. 1): 51-7. <https://doi.org/10.1159/000515656>
231. Wang, Q., Zhang, T., Zhu, H., Wang, Y., Liu, X., Bai, G., et al. Characteristics of and public health emergency responses to COVID-19 and H1N1 outbreaks: A case-comparison study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020; 17(12): 4409. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124409>
232. Whaley, P. Improving the quality of toxicology and environmental health systematic reviews: What journal editors can do. *ALTEX - Alternatives to animal experimentation*; 2021;38(3), pp. 513–522. doi: 10.14573/altex.2106111.
233. Wilson, T. Evaluation of simple methods for regional mortality forecasts. *Genus* 2018;74: 14. <https://doi.org/10.1186/s41118-018-0040-z>
234. Woolf, H., Chapman, D. A., Sabo, R. T., Zimmerman, E. B. 2021. Excess Deaths from COVID-19 and Other Causes in the US, March 1, 2020, to January 2, 2021. *JAMA*, 325(17): 1786–1789. DOI: 10.1001/jama.2021.5199
235. Yan, M., Li, T. A Review of the Interactive Effects of Climate and Air Pollution on Human Health in China. *Curr Environ Health Rep*. 2024. doi: 10.1007/s40572-024-00432-z.
236. Yang, J. J., Yu, D., Wen, W. et al. Tobacco Smoking and Mortality in Asia: A Pooled Meta-analysis. *JAMA*. 2019; 2(3): e191474. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.1474.
237. Yusuf, S., Joseph, P., Rangarajan, S., et al. Modifiable risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 155 722 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): A prospective cohort study. *Lancet*. 2020; 395(10226): 795-808. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)32008-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)32008-2)

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ ВСИМЭИ
Профессор РАН, д.м.н., профессор



О.Л. Лахман

2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Главный врач
ФБУЗ «Центр гигиены и
эпидемиологии в Иркутской области»,



Безгодов И.В.

2023 г.

А К Т

о внедрении работу результатов НИР

НИР «Разработка подходов к оценке риска потерь здоровья населения, обусловленных воздействием экологических и социальных факторов (на примере территории Сибири)»
наименование разработки

Результаты работы: программа для ЭВМ «Автоматизированная оценка общетоксического риска для здоровья детей при ингаляционном поступлении химических веществ» Н.В.Ефимовой, А.А.Блохина, И.В.Мыльниковой, Е.В.Бобковой, М.В.Кузьминой
наименование темы НИР разработки, авторы

внедрена в работу ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области»
наименование учреждения

с целью автоматизированной обработки комплекса данных о соматометрических показателях детей школьного возраста, а также концентрациях и времени воздействия химических веществ, присутствующих в атмосферном воздухе, воздухе жилых и учебных помещений, оперативного расчета коэффициентов и индексов опасности для решения конкретных задач.

Представитель, ответственный
за внедрение
Начальник отдела ИТ и ЗИ

« 4 » декабря 2023 г.

Представитель ФГБНУ
«Восточно-Сибирский институт
медико-экологических исследований»,
в.н.с. ЛЭГИ, д.м.н., профессор Н.В.Ефимова

« 05 » декабря 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач ФБУЗ «Центр гигиены
и эпидемиологии в Республике

Бурятия»



Марактаев З.В.

сентября 2024 г.

АКТ

Об использовании (внедрении) материалов диссертационной работы

Бобковой Елены Викторовны

Материалы научных исследований и практические рекомендации, основанные на результатах оценки воздействия факторов среды обитания и образа жизни на уровень смертности населения крупного промышленного региона в современных условиях используются в деятельности ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия»:

Отдела социально-гигиенического мониторинга и информационного обеспечения

- при подготовке аналитических материалов, с применением алгоритма изучения влияния факторов среды обитания на популяционное здоровье на уровне субъекта Российской Федерации;
- при организации и проведении мониторинга загрязнения приземных слоев атмосферного воздуха промышленных центров, включенных в Федеральный проект «Чистый воздух».

Отдела гигиенического образования и воспитания населения

- при подготовке для средств массовой информации и различных групп населения информационных материалов, направленных на поддержку политики укрепления здоровья и формирования здорового образа жизни.

Заведующий отделом социально-гигиенического
мониторинга и информационного обеспечения

Л.Е. Богданова

Заведующий отделом гигиенического образования
и воспитания населения

Н.В. Мантатова

РОССИЯ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
ИРКУТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Министерства здравоохранения
Российской Федерации
(ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России)
РФ, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1
Телеграфный адрес: Иркутск, медуниверситет
телефон 24-38-25, факс 24-38-25, 24-35-97
телефон 24-38-25, факс 24-38-25
e-mail: rektorat@irkgm.ru
<https://irkgm.ru/>

04.09.2024 № 2007/79

на № _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО ИГМУ
Минздрава России
д.м.н., профессор Шербатых А.В.



Акт об использовании (внедрении) результатов НИР

Теоретические и практические материалы диссертационной работы Бобковой Елены Викторовны используются в учебном процессе на кафедре профильных гигиенических дисциплин ИГМУ в процессе обучения ординаторов по специальности 32.08.07 «Общая гигиена», слушателей факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов:

- результаты исследований по изучению влияния внешнесредовых факторов на смертность населения Иркутской области и формированию сверхсмертности в период пандемии новой коронавирусной инфекции COVID 19;

- алгоритм выявления зон риска причинения вреда здоровью населения крупного промышленного региона и иерархии детерминант (на примере смертности).

Заведующий кафедрой
профильных гигиенических дисциплин,
доктор медицинских наук, доцент

Г.В. Куренкова

Проректор по лечебной работе и
последипломному образованию,
доктор медицинских наук, профессор

А.Н. Калягин

Министерство здравоохранения
Иркутской области
ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«ИРКУТСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР
ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ И
МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ»
(ОГБУЗ ИОЦОЗМП)
664025, г. Иркутск,
ул. Российская, 8
телефон: 8(3952) 436-793
irkmedprof@mail.ru

от 03.09.24 №
на от

О внедрении в практику результатов научных исследований



УТВЕРЖДАЮ

Главный врач,

П.А. Поленов

«03» сентября 2024 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в практику научных исследований диссертационной работы

Бобковой Елены Викторовны

Результаты научных исследований и практические рекомендации, полученные в ходе выполнения диссертационной работы по оценке влияния внешнесредовых детерминант на уровень смертности населения крупного промышленного региона (Иркутская область) используются при разработке:

- информационных материалов для отдельных групп населения;
- планирования профилактической работы, направленной на предупреждение социально-значимых заболеваний среди взрослого населения.

Руководитель отдела
анализа, стратегического планирования
и мониторинга факторов риска

 Бородина Л.В.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1. - Исходные данные для факторного анализа, характеризующие промышленные центры 2-го кластера (гг. Ангарск, Братск, Саянск, Усть-Илимск, Шелехов) за 2011–2021 годы

	Среднее	ДИ верхняя граница	ДИ нижняя граница	Me	Минимум	Максимум	Q 1	Q 3	SD	KV
КС, ‰	13,58	13,07	14,09	13,40	10,57	19,60	12,24	13,89	1,89	13,92
Заработная плата, тыс. руб.	39,32	36,53	42,11	37,81	20,54	61,96	30,37	47,25	10,32	26,24
Жилплощадь, м ²	23,53	23,03	24,02	23,45	20,78	31,10	22,31	24,40	1,84	7,80
Обеспеченность ККП, ‰	55,07	51,32	58,81	52,70	36,39	83,60	43,73	64,74	13,85	25,15
Обеспеченность врачами, ‰	27,69	26,46	28,93	27,27	16,90	37,79	24,41	31,00	4,58	16,52
Укомплектованность врачами, ‰	52,98	51,85	54,11	53,09	44,97	60,80	49,81	56,73	4,18	7,89
Инвалидность взрослого населения, на 1000 чел.	101,21	94,19	108,23	91,92	49,99	161,30	83,98	113,48	25,72	25,41
Число взрослых прошедших диспансеризацию, ‰	40,69	36,46	44,91	36,07	21,56	100,00	33,70	53,50	15,63	38,42
Число выявленных с факторами риска ХНИЗ, ‰	11,59	9,87	13,31	12,21	3,08	31,62	5,25	15,58	6,37	54,96
Т воздуха среднегодовая, °С	0,30	-0,05	0,65	0,60	-3,40	2,20	-0,70	1,20	1,30	432,08
Индекс загрязнения атмосферного воздуха (HI)	15,02	13,01	17,02	14,68	3,08	32,03	10,02	19,49	7,42	49,40
Общая заболеваемость всего населения, на 1000 чел.	1882,21	1783,40	1981,03	1949,90	1009,52	2480,88	1747,33	2113,92	365,52	19,42

Таблица Б.2. - Величина факторных нагрузок для смертности населения в промышленных центрах 2-го кластера

Параметры	Фактор 1 (медико- социальные)	Фактор 2 (социально- экономические)	Фактор 3 (среда обитания и образ жизни)
Заработная плата, тыс. руб.	-0,399187	0,740153	-0,017766
Жилплощадь, м2	0,171872	0,791701	-0,003911
Обеспеченность ККП, ‰	0,820102	-0,267617	-0,015164
Обеспеченность врачами, ‰	0,870240	0,049401	-0,052025
Укомплектованность врачами, ‰	0,046655	0,399200	-0,538062
Инвалидность взрослого населения, на 1000 чел.	0,911736	-0,017217	0,077296
Число взрослых прошедших диспансеризацию, ‰	0,757195	0,126895	0,116222
Число выявленных с факторами риска ХНИЗ, ‰	-0,492963	0,045375	0,695709
Т воздуха среднегодовая, °С	0,102853	0,505313	0,341232
Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИИ)	0,239740	0,039219	0,876610
Общая заболеваемость всего населения, на 1000 чел.	0,571363	0,285618	-0,068419
Общая дисперсия, Σ	3,663082	1,764952	1,685837
Доля общей дисперсии, ‰	0,333007	0,160450	0,153258

Таблица Б.3. - Результаты численных экспериментов по сценарию 1 (фактический)

Параметры	В-Веса	Значение	В-Веса - * знач.
Жилплощадь, м2	0,543049	23,4	12,7074
Обеспеченность ККП, ‰	-0,05419	52,7	-2,8556
Обеспеченность врачами, ‰	0,04879	27,27	1,3305
Укомплектованность врачами, ‰	-0,25162	53,08	-13,3561
Инвалидность взрослого населения, на 1000 чел.	-0,01094	91,9	-1,005
Число выявленных с факторами риска ХНИЗ, ‰	-0,12319	12,21	-1,5041
Т воздуха среднегодовая, °С	0,177395	0,6	0,1064
Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИИ)	0,033471	14,6	0,4887
Свободный член			17,714
Предсказанные			13,6262
-95,0 ‰ ИС			13,1579
+95,0 ‰ ИС			14,0945

Таблица Б.4. - Результаты численных экспериментов по сценарию 2 (оптимистический)

Параметры	В-Веса	Значение	В-Веса - * знач.
Жилплощадь, м2	0,543049	22,3	12,11
Обеспеченность ККП, ‰	-0,05419	83,0	-4,4974
Обеспеченность врачами, ‰	0,04879	37,8	1,8443
Укомплектованность врачами, ‰	-0,25162	60,8	-15,2987
Инвалидность взрослого населения, на 1000 чел.	-0,01094	101,0	-1,1045
Число выявленных с факторами риска ХНИЗ, ‰	-0,12319	15,6	-1,9217
Т воздуха среднегодовая, °С	0,177395	0,3	0,0532
Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИИ)	0,033471	3,1	0,1038
Свободный член			17,714
Предсказанные			9,003
-95,0 ‰ ИС			6,5001
+95,0 ‰ ИС			11,506

Таблица Б.5. - Результаты численных экспериментов по сценарию 3 (пессимистический)

Параметры	В-Веса	Значение	В-Веса - * знач.
Жилплощадь, м ²	0,543049	22,3	12,11
Обеспеченность ККП, ‰	-0,05419	43,7	-2,3679
Обеспеченность врачами, ‰	0,04879	24,4	1,1905
Укомплектованность врачами, ‰	-0,25162	49,8	-12,5308
Инвалидность взрослого населения, на 1000 чел.	-0,01094	113,48	-1,2409
Число выявленных с факторами риска ХНИЗ, ‰	-0,12319	5,2	-0,6406
Т воздуха среднегодовая, °С	0,177395	-0,7	-0,1242
Индекс загрязнения атмосферного воздуха (И)	0,033471	19,5	0,6527
Свободный член			17,714
Предсказанные			14,7627
-95,0 ‰ ИС			13,2324
+95,0 ‰ ИС			16,2931