



ИНСТИТУТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИМ. Г. П. ЛУЗИНА
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МИКРОЧАСТИЦАМИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБУН «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
“КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК”» (ФИЦ КНЦ РАН)

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИМ. Г.П. ЛУЗИНА ФИЦ КНЦ РАН

ФБУН «СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ГИГИЕНЫ И ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ»

**В. В. Дядик, Н. В. Дядик, Е. М. Ключникова,
В. А. Маслобоев, А. Н. Никанов, В. П. Чашин, Б. А. Моргунов**

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МИКРОЧАСТИЦАМИ
НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА
(НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Апатиты
Издательство ФИЦ КНЦ РАН
2022

УДК: 57.044, 614.75, 614.76

ББК 5

О-93

Печатается по решению Редакционного совета по книжным изданиям ФИЦ КНЦ РАН.

Коллектив авторов:

Дядик В. В., Дядик Н. В., Ключникова Е. М., Маслобоев В. А., Никанов А. Н.,
Чащин В. П., Моргунов Б. А.

Оценка влияния промышленного загрязнения атмосферного воздуха
О-93 микрочастицами на здоровье населения Арктического региона (на примере Мурманской области) : монография / В. В. Дядик, Н. В. Дядик, Е. М. Ключникова, В. А. Маслобоев [и др.]. — Апатиты : Изд-во ФИЦ КНЦ РАН, 2022. — 119 с. : ил.

ISBN 978-5-91137-472-3

Настоящее исследование посвящено изучению проблематики загрязнения воздуха микрочастицами в территориальном контексте Арктического региона (на примере Мурманской области). На информационной базе региональной медицинской статистики, данных о взаимосвязи отдельных групп заболеваний с воздействием определенных поллютантов авторами монографии решается задача комплексной оценки состояния и динамики здоровья (заболеваемости) населения территорий Мурманской области, на которых расположены крупные горно-химические и горно-металлургические производства. Проведена адаптация методологических подходов оценки готовности платить за снижение риска жизни и здоровью (WTP) и калькуляции стоимости болезни (COI) для решения задачи определения экономического эквивалента ущерба здоровью населения от воздействия загрязнения воздуха микрочастицами. С использованием данных адаптированных методов осуществлена оценка ущерба здоровью населения от воздействия содержащихся в атмосферном воздухе микрочастиц в городах Мурманской области, являющихся производственными резиденциями крупных горно-металлургических и горно-химических компаний.

Монография подготовлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 19-05-50065 Микромир «Комплексная оценка воздействия микрочастиц в выбросах горных и металлургических предприятий Мурманской области на экосистемы и состояние здоровья населения Арктики».

УДК: 57.044, 614.75, 614.76
ББК 5

Фото на обложке — В. Ю. Жиганов

Научное издание

Редактор Ю. Н. Еремеева

Технический редактор В. Ю. Жиганов

Подписано в печать 14.09.2022. Формат бумаги 70×108 1/16.

Усл. печ. л. 10,41. Заказ № 50. Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-91137-472-3

doi: 10.37614/978.5.91137.472.3

© Коллектив авторов, 2022

© ФИЦ КНЦ РАН, 2022

© Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина
ФИЦ КНЦ РАН, 2022

© Северо-Западный научный центр гигиены
и общественного здоровья, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ МИКРОЧАСТИЦАМИ ЧЕРНОГО УГЛЕРОДА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И КЛИМАТ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ.....	8
Причины и следствия загрязнения атмосферного воздуха микрочастицами.....	8
Черный углерод.....	12
Воздействие частиц меньше 2,5 мкм (PM _{2,5}) на здоровье населения Арктики.....	20
Обсуждение результатов и основные выводы.....	21
ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУХА МИКРОЧАСТИЦАМИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	24
Введение.....	24
Факторы риска нарушений здоровья населения, связанных с загрязнением окружающей среды выбросами двигателей внутреннего сгорания в Мурманской области.....	26
Твердые микрочастицы (PM _{2,5}).....	27
Классы болезней и других нарушений здоровья, ассоциированные с вредным воздействием микрочастиц в воздухе.....	30
Обсуждение результатов и основные выводы.....	39
ГЛАВА 3. ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЯХ ГРАДООБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА, А ТАКЖЕ В ГОРОДАХ КИРОВСК, АПАТИТЫ, МОНЧЕГОРСК.....	41
Введение.....	41
Материалы и методы.....	41
Результаты исследования.....	42
Обсуждение результатов и основные выводы.....	61
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ПОТЕРИ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ ЖИТЕЛЕЙ ПЯТИ ГОРОДОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ПРИЧИНЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА МИКРОЧАСТИЦАМИ (ПЫЛЬЮ) МЕТОДОМ «ЖЕЛАНИЯ ПЛАТИТЬ» (WTP).....	63
Введение.....	63
Метод.....	67
Данные и расчеты.....	70
Обсуждение результатов и основные выводы.....	80
ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПЛОЩАДКАМИ КРУПНЫХ ГОРНО-ХИМИЧЕСКИХ И ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ.....	82
Введение.....	82
Общая методология оценки стоимости болезни.....	82
Адаптация метода для целей исследования.....	85
Данные и расчеты.....	90
Обсуждение результатов и основные выводы.....	101
Заключение.....	102
Литература.....	106
Приложения.....	112

ВВЕДЕНИЕ

Стремительно нарастающее загрязнение воздуха микрочастицами является одной из глобальных экологических проблем [1]. Этот тип загрязнения может иметь различные свойства и состоять из различных компонентов, формирующих агрегацию и агломерацию взвешенных в воздухе химических веществ, включая пыль, сажу, дым, пары, жидкие аэрозоли и газы. Источники их образования многообразны и включают как природные, так и антропогенные процессы, которые сопровождаются выделением в воздух продуктов термической, окислительной и механической деструкции структурных элементов поликристаллических материалов, в т. ч.: лесные пожары, вулканический пепел, испарение и дисперсия ультрачастиц с поверхности морских вод, радиоактивный распад радона и торона, коррозия и выветривания металло- и анион-содержащих пород. Антропогенные источники наночастиц также могут образовываться в результате процессов производства электрической и тепловой энергии, деятельности промышленных предприятий и эксплуатации транспортных средств, использующих органические виды топлива. Микрочастицы — неотъемлемая часть среды обитания, они постоянно присутствуют в воздухе как в приземном слое атмосферы, так и внутри помещений, что обуславливает перманентность контакта человека с этим типом экологического загрязнения.

Как показывают результаты многочисленных исследований [2–4], ингаляционное поступление в организм твердых микрочастиц может нанести существенный вред здоровью человека. Более крупные частицы, аэродинамический диаметр которых составляет от 10 до 2,5 мкм (PM10), представлены в основном различными видами пыли, образующимися в природных, антропогенных и техногенных ландшафтах, оказывают негативное влияние на органы зрения и дыхания. Мелкие частицы (менее 2,5 мкм (PM2,5)) представляют гораздо большую опасность для здоровья человека [5], поскольку в силу своих физических свойств обладают огромной поверхностью и большей проникающей способностью, не задерживаясь в дыхательных путях преодолевают аэрогематический барьер в легких и поступают в кровеносную систему [3]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) имеются достаточные доказательства того, что загрязнение воздуха аэрозолями PM2,5 и PM10 сопровождается существенным увеличением смертности населения от болезней системы кровообращения, органов дыхания и злокачественных новообразований [6].

По мнению исследователей [7, 8], в арктических широтах проблематика вредного воздействия загрязненного атмосферного воздуха на здоровье населения выступает значимым дополнительным усугубляющим фактором по отношению к «базовым» неблагоприятным природно-климатическим условиям, формирующим среду обитания человека. Предотвращение явлений экологического кризиса и экологического неблагополучия некоторых территорий, отнесенных к Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), где наблюдается наиболее высокие показатели заболеваемости и преждевременной смертности населения, является актуальной научно-практической задачей. В рамках ее решения экономическая оценка ущерба, причиненного здоровью населения от воздействия экологических факторов риска, обеспечивает возможность обоснованного выбора приоритетов в разработке и осуществлении государственной политики и корпоративных программ по снижению преждевременной смертности и сохранению здоровья населения, снижению выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду

и здоровье человека, что определено Указом Президента РФ в качестве национальных стратегических целей.¹ В монографии представлен критический анализ публикаций в отечественной и международной литературе по данной проблеме, а также результаты выполненных нами исследований, направленных на обоснование теоретических основ и практических рекомендаций по применению методов и критериев оценки ущерба здоровью населения от негативного влияния выбросов микрочастиц производственными предприятиями горнопромышленного и металлургического комплексов, размещенных в Мурманской области.

Мурманская область является одним из наиболее индустриализованных регионов АЗРФ, на территории которого относительно компактно сконцентрированы добывающие и перерабатывающие производства крупнейших горно-химических и горно-металлургических компаний России. Города Мончегорск, Заполярный являются производственными площадками ПАО «Норильский Никель», в г. Оленегорске расположен добывающий дивизион ПАО «Северсталь» — АО «Олкон» (Оленегорский ГОК), в городах Апатиты и Кировск — 3 рудника и 2 обогатительные фабрики Кировского филиала АО «Апатит» группы «ФосАгро» и ГОК «Олений ручей» ЗАО «СЗФК» ПАО «Акрон», в г. Ковдоре расположен Ковдорский ГОК ПАО «Еврохим», в г. Кандалакше — Кандалакшский алюминиевый завод. По оценкам ФГБУ «Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», в совокупности на долю вышеуказанных предприятий приходится до 70 % всех выбросов загрязняющих веществ в региональные экосистемы [9]. Кроме того, значимым источником загрязнения атмосферного воздуха, в т. ч. черным углеродом (сажей), в Мурманской области выступают угольные и мазутные ТЭЦ, составляющие существенную часть энергетической системы региона.

Опубликованные в 2018 г. Министерством природных ресурсов и экологии Мурманской области данные пятилетнего исследования состояния атмосферного воздуха в регионе [10] свидетельствуют о том, что основными загрязняющими атмосферу региона веществами являются диоксид серы, оксиды углерода и азота, а также твердые частицы. Так, в 2017 г. доля, приходящихся на сумму этих поллютантов, составила 91,6 % от общего объема выбросов вредных веществ в атмосферу [10], а безусловным «лидером» среди них оказался диоксид серы — 53,6 % общего объема выбросов. Различные физические формы этих поллютантов, включая взвеси и аэрозоли, могут быть либо отнесены к непосредственно вредоносным микрочастицам, либо быть источниками для их естественного фото- и хемосинтеза в природной среде [11].

Особенности распространения загрязнений атмосферы микрочастицами в Мурманской области формируются под влиянием специфических природно-климатических факторов Арктики, в т. ч. в результате интенсивного рассеивания загрязняющих веществ на фоне активной циклональной деятельности с умеренными и сильными ветрами. По многолетним климатическим данным максимальное количество дней с неблагоприятными метеорологическими условиями (НМУ), способствующими накоплению вредных примесей в атмосфере, приходится, как правило, на холодное время года: январь, февраль, март, ноябрь, декабрь. Низкие температуры воздуха, приземные и приподнятые инверсии, застои воздуха в сочетании с неблагоприятными направлениями ветров способствуют накоплению загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов.

¹ Указ Президента РФ от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

По результатам наблюдений ФГБУ «Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» на территории 9 промышленных центров Мурманской области (города Апатиты, Заполярный, Канда拉克ша, Ковдор, Кола, Мурманск, Мончегорск, Североморск и пос. Никель) в 2013–2017 гг. имели место следующие отклонения качества атмосферного воздуха от нормативных значений [10]:

- в периоды НМУ наблюдалось увеличение загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы жилой зоны г. Заполярного и пос. Никель. Его среднегодовая концентрация выше санитарной нормы. В 2017 г. среднегодовые концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе пос. Никель снизились до 1,2 ПДК¹, в г. Заполярном не превышали санитарную норму — 0,8 ПДК;

- в г. Мончегорске среднегодовая концентрация диоксида серы не превышала санитарную норму, максимальная из разовых концентрация наблюдалась в декабре — 2,5 ПДК. Процент повторяемости разовых концентраций выше ПДК не значительный;

- в летние месяцы в атмосферном воздухе г. Апатиты отмечались повышенные разовые концентрации взвешенных веществ. В июне – августе при ветрах северо-западного направления от 2,2 ПДК до 2,6 ПДК в разных районах города. Повторяемость превышения разовых концентраций ПДК — 0,6 %. В летние месяцы (май, июнь, июль, август) среднемесячные концентрации взвешенных веществ выше. Зимой взвешенные вещества в атмосферном воздухе практически не наблюдаются;

- в атмосферном воздухе г. Мурманск в периоды НМУ в зимнее время отмечались повышенные разовые концентрации оксида углерода от 1,4 до 1,6 ПДК в разных частях города. В зимнее время среднемесячные концентрации бенз(а)пирена превышали допустимую санитарную норму в северной части города — 1,4 ПДК (декабрь).

При проведении мониторинга загрязнений атмосферного воздуха и оценки их вредного воздействия на здоровье населения Мурманской области необходимо иметь в виду, что данные, которыми располагает ФГБУ «Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», не являются исчерпывающими. Вне зоны постоянного мониторинга находятся промышленные площадки ПАО «ЕвроХим» в г. Ковдоре и ПАО «Северсталь» в г. Оленегорске. Кроме того, спектр проводимых контрольных измерений параметров атмосферного воздуха не позволяет обеспечить исчерпывающий охват поллютантов, содержащих микрочастицы. Таким образом, корректная оценка риска нарушений здоровья и связанного с ними экономического ущерба невозможна, поскольку отсутствуют достоверные данные о составе и содержании в атмосферном воздухе различных форм микрочастиц, продолжительности и интенсивности их вредного воздействия на природную среду и организм человека. Это обстоятельство ограничивает возможность применения исследовательского алгоритма, предполагающего установление зависимостей между изменением параметров окружающей среды и изменением состояния здоровья, а также между изменением состояния здоровья и его денежным эквивалентом [12].

Указанная специфика определяет в качестве наиболее приемлемого сценария реализации цели исследования разработку и применение новых (адаптацию существующих) паллиативных способов экономической оценки ущерба здоровью населения региона от неблагоприятного воздействия микрочастиц, содержащихся в атмосферном воздухе. Эта исходная предпосылка сформировала логику и структуру настоящей

¹ ПДК — предельно допустимая концентрация.

монографии, а также совокупность исследовательских задач: во-первых, задачу определения общего контекста проблематики загрязнения атмосферы арктических широт микрочастицами (включая черный углерод), анализа международного опыта оценки и управления рисками их воздействия на здоровье населения, сопоставления содержания и восприятия обществом основных проблем в этой сфере. Решению этой задачи посвящена первая глава исследования. Во-вторых, — задачу комплексной оценки состояния и динамики показателей, характеризующих нарушения здоровья (заболеваемости) населения различных территорий Мурманской области, где размещены крупные комплексы горно-химической и горно-металлургической промышленности. Решению этой задачи посвящена вторая глава исследования.

В третьей главе представлен углубленный анализ заболеваемости работников «Кольской горно-металлургической компании», подверженных наиболее интенсивному воздействию специфического комплекса вредных веществ от производственных источников и являющихся, таким образом, индикативной группой для оценки обусловленности отдельных нозологических форм заболеваний, связанных с воздействием этих веществ среди населения, проживающего на территории, прилегающей к производственной площадке этой компании в г. Мончегорске Мурманской области.

В четвертой главе проведена адаптация методологического подхода WTP (готовность платить за снижение риска (willingness to pay)) к решению задачи экономической оценки ущерба здоровью населения от воздействия загрязнения воздуха микрочастицами. На базе адаптированного подхода WTP проведена оценка ущерба здоровью населения пяти городов Мурманской области в связи с загрязнением атмосферного воздуха микрочастицами (пылью).

В пятой главе на основе полученных в районах размещения предприятий горно-металлургических и горно-химических компаний данных о «фоновых» среднерегиональных значений частоты заболеваний, которые ассоциированы с вредным воздействием на организм человека атмосферных загрязнений, содержащих микрочастицы, проведена оценка ущерба здоровью населения в масштабе региона с использованием методологии расчета стоимости болезни (cost of illness, COI).

ГЛАВА 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ МИКРОЧАСТИЦАМИ ЧЕРНОГО УГЛЕРОДА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И КЛИМАТ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Причины и следствия загрязнения атмосферного воздуха микрочастицами

Микрочастицы представляют собой смесь твердых и жидких частиц и делятся на три основные группы: крупные частицы (PM10), мелкодисперсная пыль (PM2,5) и ультрадисперсная пыль (PM0,1).

Они различаются по происхождению и воздействию на здоровье. Согласно данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), вдыхание твердых частиц размером менее 2,5 мкм (PM2,5) в течение длительного времени представляет серьезную опасность для здоровья, [2, 3, 13].

В глобальное загрязнение PM2,5 вносят вклад как антропогенные, так и природные источники в различных пропорциях для различных областей земного шара. Например, в 2020 г. в нескольких частях мира, где погода была необычайно сухой и жаркой, именно интенсивные лесные пожары привели к аномально высоким концентрациям PM2,5. Так, январе и предшествующем декабре Юго-Западная Австралия была охвачена широкомасштабными лесными пожарами, которые стали причиной загрязнения воздуха. Дым от австралийских пожаров также привел к временному похолоданию в Южном полушарии, сравнимому с тем, которое бывает вызвано попаданием в атмосферу пепла от извержения вулканов. Повышенная интенсивность лесных пожаров также наблюдалась в Якутии, в Калифорнии и других регионах западной части Соединенных Штатов Америки. В период с 2003 по 2019 гг. в центральной части Южной Америки и центральной части Африки зафиксированная интенсивность лесных пожаров была выше среднего многолетнего уровня. В этот же период над Западной Канадой, Индонезией и Северной Австралией концентрации PM2,5 были выше среднего многолетнего уровня, что также объяснялось повышенной интенсивностью лесных пожаров в соответствующих регионах.

Характеристики загрязнения атмосферного воздуха PM2,5 над пустынями и территориями, к ним прилегающими, определяются явлениями переноса пустынной пыли. Например, в 2020 г. в Восточной Сахаре концентрации PM2,5 у поверхности были ниже, чем обычно, однако более частые атмосферные явления, сопровождающиеся переносом пыли, включая экстремально сильную пыльную бурю «Годзилла», произошедшую в июне этого года, привели к увеличению PM2,5 над северной частью Атлантического океана.

Микрочастицы, образующиеся в результате человеческой деятельности, оказывают наибольшее влияние на здоровье человека, поскольку они обуславливают загрязнение PM2,5 в густонаселенных районах. В 2020 г. из-за экономического спада, связанного с пандемией COVID-19 произошло значительное сокращение интенсивности таких видов человеческой деятельности, как автомобильный транспорт и авиация. В Китае, Европе и Северной Америке краткосрочное сокращение выбросов, связанное с COVID-19, совпало с долгосрочными мерами по снижению выбросов, что привело к снижению концентрации PM2,5 в 2020 г. по сравнению с предыдущими годами. А увеличение концентрации PM2,5 над Индией было менее выраженным, чем в предыдущие годы. Таким образом, на состав атмосферы в конкретном месте влияют многочисленные природные и антропогенные источники выбросов, а также метеорологические явления, которые определяют пути распространения попавших в атмосферу загрязнений.

Для ответа на вопрос о том, как антропогенные и природные выбросы микрочастиц влияют на загрязнение воздуха, ученые из Управления глобального моделирования и ассимиляции НАСА (<https://gmao.gsfc.nasa.gov>) проанализировали результаты моделирования физическо-химических процессов, происходящих в атмосфере. Математическое моделирование позволяет дополнить реальные данные ограниченного объема сетей наблюдений и создать всеобъемлющую цифровую картину таких событий, как, например, сезон интенсивных лесных пожаров в 2020 г. Для анализа также были использованы спутниковые данные о местоположении и интенсивности пожаров во внетропических регионах Евразии и Северной Америки в 2020 г. Сезон лесных пожаров 2020 г. был отмечен экстремальными пожарами в Сибири и на западе США и нехарактерно слабой пожарной активностью на Аляске и в Канаде, по сравнению с ситуацией в предыдущие десятилетия. Сравнение с оценками исторических выбросов от пожаров (2003–2019 гг.) показало, что 2020 г. был исключительным с точки зрения общего количества черного (пирогенного) углерода, выброшенного в атмосферу лесными пожарами в Сибири и на западе США. Эти пожары характеризовались чрезвычайно плотными и обширными шлейфами дыма, видимыми из космоса. Также была установлена связь между повышенной интенсивностью пожаров в Сибири и на западе США с уменьшением интенсивности пожарной активности в Канаде и на Аляске. Эти выводы вызывают беспокойство, поскольку они могут отражать усиление сигнала изменяющегося климата на вызванные погодными условиями механизмы, которые изменяют поведение пожаров и, как следствие, выбросы загрязняющих веществ в больших масштабах. Для оценки влияния пожаров на загрязнение воздуха по всей Северной Америке Управление глобального моделирования и ассимиляции оценило, сколько людей подверглось воздействию различных уровней загрязняющих веществ. Используя данные индекса качества воздуха и здоровья по нескольким загрязнителям, Управление обнаружило, что число людей, которые, вероятно, испытывали опасные для здоровья уровни загрязнения воздуха, увеличилось в течение пожароопасного сезона и достигло максимума на второй неделе сентября, когда большинство интенсивных пожаров происходило на западе США. В течение более чем недели 20–50 млн чел., в основном на западе США, классифицировались как люди, подвергнувшиеся с «высокому» или «очень высокому» риску для здоровья.

Если лесные пожары в большей степени являются природным явлением, вызванным сформировавшимися погодными явлениями, то влияние COVID-19 на качество воздуха микрочастицами можно отнести к антропогенным факторам. Правительства многих стран мира отреагировали на пандемию COVID-19 ограничением собраний, закрытием школ и введением локдаунов. Такая политика «не выходить из дома» привела к беспрецедентному снижению выбросов загрязняющих веществ. Используя последовательный подход, в исследовании ВМО рассматривались данные наземных наблюдений за качеством воздуха *in situ* с более чем 540 транспортными, фоновыми и сельскими станциями в 63 городах и окрестностях 25 стран, расположенных в семи географических регионах мира. Данные использовались для анализа изменений качества воздуха по основным загрязняющим веществам таким, как твердые частицы (PM_{2,5}, PM₁₀), диоксид серы (SO₂), оксиды азота (NO_x), угарный газ (CO) и озон (O₃), а также общий газообразный окислитель 3 (O_x = NO₂ + O₃). Изменения были изучены для различных этапов ограничений, а именно: до ограничений, частичных ограничений, полных ограничений и двух периодов ослабления ограничений в период с января по сентябрь 2020 г. В ходе исследования изучалось, как на изменения качества воздуха влияют выбросы, региональная и местная метеорологическая ситуация в 2020 г. по сравнению с периодом 2015–2019 гг. Во время различных этапов ковидных ограничений выбросы загрязняющих веществ резко сократились по всему миру в связи с резким уменьшением поездок.

Ограничения, введенные для сдерживания распространения COVID-19, для большинства городов дали положительную корреляцию между снижением концентраций NO_2 и NO_x и уменьшением мобильности людей. Для других загрязнителей четких признаков не наблюдалось, что позволяет предположить, что другие источники, помимо выбросов автотранспорта, также внесли существенный вклад в изменение качества воздуха. Анализ показал снижение примерно на 70 % средней концентрации NO_2 и на 30–40 % средней концентрации $\text{PM}_{2,5}$ во время ограничений в 2020 г. по сравнению с теми же периодами в 2015–2019 гг. $\text{PM}_{2,5}$, однако, демонстрировал сложное поведение даже в пределах одного региона с увеличением в некоторых испанских городах, например, которое объяснялось в основном переносом африканской пыли на большие расстояния и/или сжиганием биомассы. В некоторых китайских городах наблюдалось аналогичное увеличение $\text{PM}_{2,5}$ в периоды локдаунов, что, вероятно, связано с вторичным образованием микрочастиц. Изменения концентраций озона сильно различались по регионам: от отсутствия общих изменений до небольшого повышения (как в Европе) и более значительного повышения (+25 % — в Восточной Азии и +30 % — в Южной Америке). В Колумбии наблюдалось наибольшее увеличение — около 70 %. При определенных условиях загрязнения можно было бы ожидать увеличения озона при уменьшении его прекурсоров, что связано со сложностью его химического состава. Анализ общего окислителя показал, что первичные выбросы NO_2 в городских районах были выше, чем образование O_3 , тогда как в фоновых районах O_3 в основном определялся региональным вкладом, а не местными концентрациями NO_2 и O_3 . Концентрации SO_2 были от ~25 до 60 % ниже в 2020 г. по сравнению с 2015–2019 гг. для всех регионов. Уровни CO были ниже во всех регионах с наибольшим снижением в Южной Америке примерно на 40 %.

Этот незапланированный эксперимент по качеству воздуха может послужить ориентиром для политиков, чтобы понять, защитят ли существующие нормы качества воздуха здоровье населения. Несмотря на то, что закрытие улиц оказало явное влияние на качество воздуха в городских районах, пространственные и временные масштабы этого влияния, конкретная роль метеорологии и эпизодического вклада (например, от пыли, бытового и сельскохозяйственного сжигания биомассы и удобрения сельскохозяйственных культур), а также каскадные реакции от косвенных и нелинейных эффектов еще далеко не полностью изучены. По-прежнему необходимо лучше понять изменения в том, как вторичные загрязнители химически реагируют на изменения выбросов в сложных условиях и как социально-экономические факторы могут повлиять на качество воздуха в будущем. Последствия для региональной и глобальной политики также значительны, поскольку исследование 2021 г. показывает, что во многих частях мира концентрации $\text{PM}_{2,5}$ вряд ли будут соответствовать рекомендациям ВОЗ, несмотря на резкое сокращение мобильности.

Для определения опасности загрязнения воздуха микрочастицами проводятся исследования глобальной оценки смертности от загрязнения атмосферного воздуха и воздуха в домашних хозяйствах. В рамках инициативы «Глобальное бремя болезней» (GBD) регулярно обновляются (двухгодичный цикл) данные о преждевременной смертности и инвалидности от 369 заболеваний и травм в 204 странах и территориях [3] с 1990 г. по настоящее время, включая такие угрозы здоровью окружающей среды, как плохое качество воздуха из-за загрязнения озоном окружающей среды (на открытом воздухе), твердых частиц окружающей среды (в частности, $\text{PM}_{2,5}$) и твердых частиц в домашних условиях (в помещениях) (<http://www.healthdata.org/gbd/about/>).

GBD количественно оценивает глобальное воздействие загрязнения озоном окружающей среды путем объединения наблюдений с тысяч станций мониторинга качества приземного воздуха по всему миру с результатами моделей атмосферной химии.

Аналогичным образом воздействие PM_{2,5} основано на наблюдениях на тысячах станций мониторинга по всему миру в сочетании с глобальными спутниковыми наблюдениями.

Глобальные карты воздействия озона и PM_{2,5} были составлены на 1990–2019 гг., что позволило ученым GBD оценить ежегодную смертность в результате долгосрочного воздействия [3]. В глобальной смертности от загрязнения атмосферного воздуха преобладают твердые микрочастицы — 4,1 млн смертей в 2019 г. по сравнению с 365 тыс. смертей в результате воздействия озона. Эти оценки не являются точными, и неопределенность (интервал неопределенности — 95 %) этих значений составляет ±20 % для твердых частиц и ±50 % — для озона. В целом глобальная смертность увеличилась с 2,3 млн чел. в 1990 г. (91 % — из-за твердых микрочастиц, 9 % — из-за озона) до 4,5 млн чел. в 2019 г. (92 % — из-за твердых микрочастиц, 8 % — из-за озона). В региональном разрезе общая смертность в настоящее время наиболее высока в суперрегионе Юго-Восточной Азии, Восточной Азии и Океании (1,8 млн смертей; 94 % — из-за твердых микрочастиц, 6 % — из-за озона), за которым следует суперрегион Южной Азии (1,4 млн смертей; 86 % — из-за твердых микрочастиц, 14 % — из-за озона). Глобальный уровень смертности (смертей на 100 тыс. чел.) от загрязнения окружающей среды озоном снизился на 13 % с 2010 г., а глобальный уровень смертности от загрязнения окружающей среды твердыми микрочастицами снизился — на 4 %.

Другой основной причиной преждевременной смертности являются бытовые твердые частицы, которые образуются в результате сжигания твердого и жидкого топлива для приготовления пищи и отопления дома. GBD оценивает смертность от сжигания твердого топлива для приготовления пищи и считает, что в 2019 г. было 2,3 млн (неопределенность — ±30 %) преждевременных смертей. Таким образом, по оценкам GBD, общая глобальная смертность от загрязнения атмосферного воздуха и воздуха в домашних хозяйствах в 2019 г. составляет 6,8 млн чел., из которых 34 % приходится на бытовые твердые частицы, связанные с приготовлением пищи. Подавляющее большинство смертей, связанных с бытовыми твердыми частицами, происходит в суперрегионах Южной Азии, Африки (к югу от Сахары) и Юго-Восточной Азии, Восточной Азии и Океании. Хотя общая смертность от бытовых твердых частиц (сажи) неуклонно снижается в этих регионах с 2010 г., уровень смертности остается высоким, особенно в странах Африки к югу от Сахары, где уровень смертности от бытовых твердых частиц (включая черный углерод) примерно в три раза превышает уровень смертности от твердых частиц окружающей среды (пыли).

Таким образом, Всемирная метеорологическая организация в своем бюллетене по качеству воздуха и климату [13] подчеркивает важнейшую роль, которую играет мониторинг состояния атмосферы. Долгосрочные, последовательные ряды наблюдений позволяют сообществу понять, как изменились условия по сравнению с прошлым, и дают возможность верифицировать математические модели происходящих в атмосфере процессов. Конечно, модельные прогнозы всегда будут несколько неопределенными, но во времена быстрых изменений в деятельности человека (как это было в 2020 г.) результаты моделирования могут иметь важное значение для понимания происходящих процессов. Система мониторинга ведет регистрацию концентраций основных загрязнителей воздуха. Эти данные обеспечивают уникальную запись изменяющегося химического состава атмосферы Земли.

Черный углерод

В последние годы на международном уровне активно обсуждается проблема черного углерода. Он является компонентом микрочастиц (PM_{2,5}) и состоит из чистого углерода в нескольких связанных формах. Черный углерод (black carbon) образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива, биотоплива и биомассы. Он вызывает заболеваемость и преждевременную смертность, а также является фактором климатического форсинга, изменяя альbedo подстилающей поверхности (снега и льда) в Арктике. Время его пребывания в атмосфере исчисляется несколькими днями или неделями. По оценкам американского специалиста М. Якобсона, 15–30 % глобального потепления обусловлено именно эмиссией сажевых частиц [13]. Наиболее критично это в зонах, покрытых снегом и льдом (в полярных областях и горных районах), где ускорятся таяние.

Источники выбросов ЧУ варьируются от дизельных моторов, использования древесины, мазута и угля для отопления и приготовления пищи в жилищно-коммунальном секторе, факельного сжигания попутных газов в нефтегазовой промышленности до открытого сжигания сельскохозяйственных отходов и лесных пожаров. В глобальном масштабе источники около 75 % суммарных антропогенных выбросов ЧУ — это бытовые отопительные системы и транспорт; в отношении суммарного глобального потока ЧУ в атмосферу их вклад составляет 60 %. Другие источники ЧУ включают промышленные процессы, сельское хозяйство, внедорожный транспорт, добычу и переработку нефти и газа [6, 7]. Пожары в лесах и саваннах, часть которых обусловлена антропогенной деятельностью, соответствуют примерно 25 % суммарного глобального потока ЧУ в атмосферу.

Число выбросов различных источников ЧУ варьируется в зависимости от региона. Это необходимо учитывать при разработке стратегий и мер по снижению загрязнения им атмосферы. При этом следует помнить, что их необходимо рассматривать целостно для определения синергетических эффектов — успех в одной области может способствовать снижению выбросов в другой. Например, правила, имеющие целью снизить выбросы от автотранспорта, содействуют также развитию более чистого внедорожного транспорта и дизельных генераторов электричества — оба этих источника очень распространены в отдаленных областях Арктического региона. Для охвата всего разнообразия источников выбросов ЧУ необходим целый ряд мер. Межсекторальные меры такие, как развитие надежных методов мониторинга, моделирования и хранения данных о выбросах, вносят вклад в развитие базы знаний, которая направляет трансформацию общества в сторону снижения выбросов. Кроме того, они готовят почву для более важных и конкретных мер во всех областях деятельности, приводящей к выбросам ЧУ. Сочетание развития технологий, изменений в практиках и новых мер экономического стимулирования может снизить выбросы весьма значительно, что предполагает необходимость развития стратегий комплексного, многогранного характера, которые должны разрабатываться для регулирования видов деятельности, являющихся источниками выбросов, поощрения распространения чистых технологий и поддержки изменений в практиках и процессах, ведущих к ним.

Сокращение выбросов ЧУ соответствует ряду целей нескольких международных стратегий на ближайшие десятилетия таких, как Парижское соглашение Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН), Цели ООН в области устойчивого развития (ЦУР), Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, «Зеленый курс» ЕС, а также стратегии Арктического совета.

Целям по снижению выбросов ЧУ в Арктике уделяется большое внимание. Следствием его глобальных выбросов является нагревание данного региона, т. к. частицы ЧУ переносятся на большие расстояния и достигают его. Точную долю, которую вносит ЧУ в потепление Арктики, тем не менее определить сложно.

Негативное воздействие ЧУ и других мелкодисперсных твердых частиц на здоровье основательно документировано. Например, в сообществах, где для производства электроэнергии активно используются дизельные генераторы, или в городах с устаревшей системой отопления или устаревшим парком автомобилей и автобусов, он вносит вклад в проблемы со здоровьем в форме локального загрязнения воздуха. Кроме того, подверженность содержащимся в воздухе твердым частицам, выбрасываемым при открытом сжигании биомассы, является серьезной проблемой для здоровья людей в глобальном масштабе.

Страны-участники Арктического совета осознают важность снижения выбросов ЧУ как в самой Арктике, так и во всем мире, т. к. часть его глобальных выбросов путем переноса загрязнения на большие расстояния достигает данного региона. Разработаны сценарии, показывающие, что глобальные антропогенные выбросы ЧУ могут быть к 2030 г. снижены на 70 % по сравнению с уровнем 2010 г. при условии применения полного потенциала существующих сегодня технологий (НДТ), тогда только в странах-участниках Арктического совета соответствующее снижение выбросов будет около 15 % [5, 9].

Для регионов Арктики важно разработать меры борьбы с ЧУ при сжигании попутного нефтяного газа в факелах при добыче нефти. Меры по снижению выбросов описываются в семи категориях наилучших доступных методов, экономически достижимых (ВАТЕА), и могут рассматриваться как особенно актуальные для демонстрационных и технико-экономических проектов в Арктике.

Образование ЧУ происходит в момент горения газовых факелов. По сути, они представляют собой неконтролируемое пламя, открытое для внешних факторов, которые можно понять, изучив физические и химические процессы, происходящие во время сгорания газа. В дополнение к парниковым газам (например, CH_4 и CO_2), все факелы попутных нефтяных газов (ПНГ) выбрасывают ЧУ, однако его образование представляет собой сложный процесс, состоящий из нескольких этапов возникновения частиц роста и разрушения частиц, которые до сих пор не до конца изучены. Количество ЧУ, образующегося при факельном сжигании, видимо, зависит от ряда физических и химических факторов, на которые можно повлиять технологическими усовершенствованиями, однако еще многое необходимо узнать о контроле образования ЧУ.

За последнее десятилетие было проведено несколько исследований, чтобы понять взаимосвязь между сжиганием ПНГ и эмиссией ЧУ из факельных и дымовых труб. Недавно опубликованные коэффициенты его выбросов, описывающие количество ЧУ, производимого на количество (объем) сжигаемого газа, значительно различаются, подчеркивая недоисследованный характер этого процесса. Большой диапазон коэффициентов выбросов может быть объяснен изначальной изменчивостью изученных факелов (т. е. различными составами газа, технологиями сжигания и т. д.), но, вероятно, также и различными применяемыми подходами к измерениям, которые еще предстоит стандартизировать. Эта изменчивость может усложнить количественную оценку эффективности технологий снижения выбросов ЧУ из-за недостатка исследований по данному вопросу. Изучение того, как конструкция факела и условия сжигания влияют на выход ЧУ, поможет в определении и приоритизации эффективных мер по снижению выбросов.

Наилучшие доступные и экономически целесообразные технологии снижения объемов сжигания попутных нефтяных газов — максимальное использование ПНГ в местах добычи для производства электричества и тепла; реинжекция ПНГ обратно в пласт для поднятия в нем давления; транспортировка ПНГ по газопроводам, а также, в сжатом или сжиженном виде к удаленным потребителям; оптимизация процесса сжигания с исключением образования сажистых частиц (ЧУ) и т. д. [5].

Образование ЧУ при сжигании ПНГ оценивается в весьма широких пределах — от $2 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ г ЧУ на 1 кг сжигаемого ПНГ [4]. Опираясь на этот показатель, авторы делают вывод, что сжигание ПНГ в Арктике дает около 1,6 % ЧУ от всех сжигаемых здесь видов топлива.

В последние годы в Панарктическом регионе наблюдается все более экстремальные пожарные сезоны. Пожары в высоких северных широтах обусловлены текущими и будущими изменениями климата, молниями, состоянием лесных экосистем и деятельностью человека. В этом контексте концептуализация и параметризация текущего и будущих режимов пожаров в Арктике будет иметь важное значение для пожарной охраны и управления земельными и лесными ресурсами, а также для понимания текущих и прогнозирования будущих пожарных выбросов ЧУ [6]. В данном обзоре Экспертной группой Арктического совета (АС) по короткоживущим климатическим факторам было обобщены текущие представления об изменении пожарных режимов северных регионов и бореальной зоны, особенно в отношении пожарной активности и ее реакции на будущее изменение климата в Арктике, что имеет прямые последствия для северных государств в контексте адаптации к изменению климата.

Так, нынешние и будущие пожары в Арктике и прилегающем бореальном регионе вызваны природными (например, молниями) и антропогенными источниками возгорания, включая пожары, вызванные добычей древесины и энергии, направленные пожары (палы) и туристическая деятельность. Прогнозируется, что потепление климата увеличит вероятность возникновения пожаров в данном регионе за счет экстремально жаркой погоды, повышения атмосферного электричества (молний) и аридных условий для растительного покрова. Изменение сельскохозяйственного землепользования и переход лесов от лесостепи к степи, тундры к тайге и хвойных лесов к лиственным в более теплом климате могут увеличить или уменьшить открытое сжигание биомассы в зависимости от типа землепользования в дополнение к смене биомов под влиянием климата.

Текущие выбросы ЧУ и PM_{2,5} от лесных пожаров между 50 и 65° с. ш. больше, чем выбросы от антропогенных секторов таких, как сжигание в жилых домах, транспорта и факельного сжигания. С 2010 по 2020 гг. выбросы от лесных пожаров увеличились, особенно выше 60°, при этом 56 % выбросов ЧУ выше 65° в 2020 г. приходится на открытое сжигание биомассы, что указывает на то, насколько экстремальным был сезон лесных пожаров 2020 г. и насколько потенциально серьезными могут быть будущие сезоны лесных пожаров в Арктике. То, что работает для предотвращения и борьбы с ними в бореальных зонах, может не сработать в Арктике. Управление пожарами должно будет адаптироваться к меняющемуся климату, экономическому развитию, коренным и местным общинам и хрупким северным экосистемам, включая вечную мерзлоту и торфяники. Факторы неопределенности при прогнозировании и количественной оценке будущих арктических пожарных режимов включают в себя их недооценку спутниковыми системами, отсутствие согласованности между наблюдениями Земли из космоса и официальной статистикой.

Все вышесказанное указывает на необходимость проведения дополнительных исследований для понимания местных и региональных последствий изменения арктического пожарного режима и их влияния на выбросы и глобальный климат, экосистемы и арктические сообщества [6, 7].

На сжигание биомассы приходится больше выбросов ЧУ и других видов PM_{2,5}, чем на антропогенные источники к северу от 60° с. ш., включая факельное сжигание от попутного газа при добыче нефти и природного газа. Увеличение и продолжительность пожарных сезонов сочетается с увеличением тяжести пожаров, ростом количества практически физически не управляемых верховых пожаров в бореальных районах уже к 2050 г. Выбросы ЧУ от функционально неконтролируемых пожаров в бореальных лесах недостаточно хорошо оценены из-за неопределенности в наблюдениях и оценках эффективности горения. Будущие режимы пожаров в Арктике, вероятно, будут определяться воздействием изменения климата на состояние лесных экосистем, включая взаимодействие между торфом и вечной мерзлотой, погодой и источниками возгорания, а также с изменениями типов растительности. В современной литературе существует единое мнение, что изменение климата и деятельность человека повысят риск возникновения пожаров в Арктике из-за увеличения количества ударов молнии; таяния вечной мерзлоты, перехода к травам, тайге и сухому торфу; большего количества возгораний, вызванных деятельностью человека. Например, в восточной части Канады расширение лиственных лесов, вероятно, снизит риск пожаров, что также может быть отнесено к части Южной Сибири и Фенноскандии. Число антропогенных пожаров, скорее всего, увеличится с учетом расширения добычи энергии, транспортных сетей, туризма и изменения климата. Будущие исследования выбросов ЧУ от пожаров должны объединить многочисленные наборы данных для точной количественной оценки арктических пожарных режимов, включая климат, условия вечной мерзлоты, надземное, поверхностное и торфяное топливо, топографию, землепользование, управление пожарами коренными народами и местными жителями, сезонность и источники возгорания.

Человеческая деятельность и местные сообщества в Арктике должны будут адаптироваться к возрастающему риску пожаров. Чтобы подготовиться к этим изменениям, основанный на фактах пожарный мониторинг и управление пожарами, включая стратегии профилактики, должны учитывать знания коренных народов и местных жителей. Это потребует расширения междисциплинарных исследований для понимания и прогнозирования пожаров в Арктике, как люди адаптируются и должны адаптироваться к новому пожароопасному ландшафту в антропоцене. Понимание экологических ландшафтных изменений, которые, согласно прогнозам, значительно усилятся по всей азиатской части России, имеет решающее значение для разработки жизнеспособных стратегий долгосрочного экономического и социального развития, подготовки к климатической миграции и стратегического адаптационного планирования.

Учитывая экстремальность пожароопасного сезона 2020 г., инициатива АС для панарктического мониторинга, предотвращения и управления пожарами крайне необходима для быстро меняющейся Арктики. Такие усилия уже начались, включая проект по экологическому картированию и мониторингу пожаров в дикой природе Арктики (Arctic FIRE; <https://www.caff.is/arcticfire>) под руководством Международного совета гвичинов — постоянного участника из числа коренных народов.

Потенциальное расширение существующих усилий или координация с новыми инициативами для включения пяти других коренных народов, постоянных участников, а также более активные усилия со стороны научных сообществ и агентств по реагированию на стихийные бедствия восьми государств-членов АС, включая опыт других его рабочих групп, может создать предпосылки для получения научных данных, необходимых для выработки панарктической пожарной политики, сохранения традиционного образа жизни коренных народов Арктики, для мониторинга и защиты арктических земель от пожарного риска и адаптации к изменяющемуся режиму пожаров в регионе.

Если образование ЧУ в результате пожаров можно считать природным явлением, то другой значимый фактор, влияющих на изменение климата в Арктике и на здоровье населения региона, — эмиссия ЧУ при сжигании дерева (дров) для отопления жилищ, приготовления пищи и др. является явлением сугубо антропогенным.

Углерод как загрязнитель, образующийся при сжигании биотоплива, может существовать в атмосфере в виде органического или черного углерода. С более технической точки зрения углеродистые выбросы могут быть определены в соответствии со способом измерения частиц. Черный углерод измеряется по его способности поглощать свет. Черный дым (ЧД) измеряется по отражению света на белом фильтре, фактически это мера общего количества твердых частиц. Элементарный углерод (ЭУ) состоит из несгоревшего материала в виде углерод-углеродных связей. Органический углерод (ОУ) представляет собой смесь несгоревших химических соединений ОУ. Очень часто эмиссии ЧУ после выхода из камеры сгорания трансформируются путем коалесценции с другими частицами и химических превращений в более сложные частицы. Сажа, или ЧУ, всегда выделяется совместно с другими соединениями, но относительное количество образующегося при сгорании ЧУ может значительно варьироваться, что значительно зависит от практики сжигания и конструкции печи [8, 9].

Горение древесины происходит в три стадии. Первая — воспламенение, когда куски древесины нагреваются и водяной пар выходит наружу. Вторая — повышение температуры и выделение из древесины горючих газов. И, наконец, третья стадия, когда горючие газы прекращаются, остается древесный уголь, которому для горения требуется гораздо больше времени, а также более высокая температура. Сажа образуется в богатых топливом зонах пламени и может оседать на холодных поверхностях в топке. Полное сгорание происходит, когда развивается достаточно высокая температура и есть достаточный приток воздуха. Часто бывает необходимо, чтобы воздух, подаваемый в камеру сгорания, имел несколько точек входа для обеспечения полного сгорания. Высокая температура и тяга дымохода увеличивают риск того, что горячие дымовые газы быстро покинут дымоход, что приведет к снижению энергоэффективности.

Поэтому печи должны быть спроектированы так, чтобы повышение эффективности не происходило за счет увеличения загрязнения воздуха. Черный углерод (компонент сажи) давно признан источником загрязнения атмосферного воздуха с негативными последствиями для здоровья, но только в последние годы ученые осознали его роль в ускорении изменения климата в ближайшем будущем.

Поскольку ЧУ находится в атмосфере от нескольких дней до нескольких недель, существенное сокращение его выбросов (особенно в странах северных широт) может значительно замедлить процесс таяния снега и льдов Арктики, а значит, и замедлить темпы глобального потепления в течении следующих нескольких десятилетий, при этом принося пользу здоровью населения Арктики.

Северные страны, наряду с Россией, Канадой и США, вносят большую часть сажи, которая попадает в Арктику, поэтому усилия по смягчению последствий изменения климата в этих странах, вероятно, окажут наибольшее положительное воздействие на арктический климат.

В скандинавских странах дым от сжигания древесины в жилых домах является крупнейшим источником общих выбросов ЧУ, превышая выбросы ЧУ от транспортных источников. Они достигают около 60 тыс. т в год суммарно от Швеции, Норвегии, Финляндии и Дании. В Арктику попадает 10–15 % от этого количества в соответствии с количеством населения в Арктической зоне скандинавских стран. Это также

единственный источник, который в ближайшее десятилетие будет иметь тенденцию к увеличению, если не будут приняты меры по снижению выбросов [7]. В данной работе оценена эффективность различных политических инструментов, используемых в северных странах, а также указывается на меры, которые могут быть наиболее эффективными для снижения выбросов ЧУ и PM_{2,5} от сжигания древесины. Регулирование в соответствии с Директивой ЕС по экодизайну будет играть важную роль для разработки более совершенных печей и котлов в течении следующего десятилетия. Существующие технические нормы и предельные значения выбросов в странах Северной Европы, ограничивающие выбросы от печей и котлов, устарели и не стимулируют производителей к дальнейшему снижению выбросов, кроме того, они не распространяются на ЧУ. Производители, работающие на мировом рынке, часто разрабатывают свою продукцию так, чтобы она соответствовала самым строгим принятым стандартам.

Скандинавские страны располагают нормативными инструментами, необходимыми для вмешательства в случаях, когда сжигание древесины приводит к ухудшению качества воздуха, но их применение варьируется, и эти меры оказывают незначительное влияние на региональное сокращение выбросов. Во всех странах действует природоохранное законодательство, которое позволяет местным органам власти принимать меры по борьбе с воздействием сжигания древесины. Они предоставляют потребителям советы и рекомендации, однако трудно представить, как такие меры могут эффективно способствовать общему снижению выбросов ЧУ.

Экомаркировка Nordic Swan (пер. «Северный лебедь») может стать мощным стимулом в скандинавских странах для признания потребителями продукции, связанной с ЧУ, стимулом для разработки новых требований к его изучению и проектированию новых печей. Разработка совместных протоколов для тестирования выбросов является предпосылкой для разработки таких стандартов. Хотя субсидии, возможно, ускорили бы некоторые изменения в местных муниципалитетах, их общее воздействие по сравнению с муниципалитетами без субсидий не изучалось, поэтому трудно подсчитать, дадут ли они какую-либо дополнительную выгоду для качества воздуха. Субсидии в национальном масштабе, например, для сокращения выбросов ЧУ, несомненно, окажутся дорогостоящими, поэтому их следует рассматривать в первую очередь как инструмент для ускорения разработки и внедрения более инновационных конструкций. Введение субсидий для коммерческих продуктов редко бывает экономически эффективным. Напротив, существует риск, что средства достанутся домохозяйствам, которые уже запланировали замену своего котла. Субсидии в новые и более совершенные технологии были бы предпочтительнее. Существует техническая возможность ускорить разработку печей и котлов, чтобы снизить выбросы как ЧУ, так и PM_{2,5}. Можно разработать технологию как для повышения эффективности, так и для снижения выбросов. Дальнейшее развитие горелочных головок в древесных пеллетных котлах и печах, усовершенствованные системы подачи топлива и улучшенные конструкции камеры сгорания — вот возможные технологические достижения. С использованием передовых методов управления в сочетании с недорогими датчиками технологии выбросы могут быть еще больше снижены.

Существует значительная неопределенность в коэффициентах выбросов как для PM_{2,5}, так и для ЧУ, что также отражено в сравнительных данных по скандинавским странам. Несмотря на то, что печи и котлы, продаваемые в Скандинавии, часто имеют одну и ту же марку, способы измерения и учета выбросов различаются между странами, как и коэффициенты, используемые для оценки количества выбросов твердых частиц [10].

Дополнительные меры должны быть рассмотрены в том случае, если естественная замена старого оборудования не даст необходимых результатов. Это может быть сделано, например, путем установления сроков использования определенных видов или моделей печей. Для стимулирования внедрения новых и более совершенных продуктов можно использовать дифференцированные налоги и другие экономические инструменты.

В заключение следует отметить, что текущая работа по внедрению Директивы по экодизайну особенно важна для северных стран, как и следующий пересмотр знака Nordic Swan (пер. «Северный лебедь») для дровяных печей и котлов [8]. Качество топлива, размер топки, плотность топлива, его влажность и химические свойства влияют на уровень выбросов. Чтобы максимально увеличить выход энергии из древесины и минимизировать уровень выбросов, следует сжигать только сухую и чистую древесину, а не загрязненную или отходы. Содержание влаги в древесине было определено как наиболее важный фактор, связанный с эффективностью сжигания, т. е. производством тепла. Для оптимальных условий влажность древесного топлива должна находиться в диапазоне 12–20 %. Дрова с более высоким содержанием влаги трудно разжечь. Пока древесина влажная, часть тепла, выделяемого при горении, расходуется на испарение влаги, пиролиз не будет сильным, чтобы температура поднялась достаточно высоко для обеспечения полного сгорания, поэтому остается некоторое количество неуглеродистой древесины. Увеличение влажности древесины с 9 до 25 % снижает эффективность сжигания на 7 %. Измеренные выбросы частиц при сжигании влажной древесины по сравнению с сухой увеличиваются в 2–3 раза.

Измерения также показали, что умеренно влажные дрова (8–12 %) не оказывают существенного негативного влияния на выбросы ЧУ. Общеизвестно, что чрезвычайно сухие дрова (0–5 %), непригодны для правильного горения и, скорее всего, приведут к чрезмерным выбросам сажи.

Можно повлиять на содержание влаги в древесине, обеспечив подходящие условия хранения в течение достаточно длительного времени до использования. Хранилища на открытом воздухе должны быть защищены от дождя и избыточной влаги, обеспечивая циркуляцию воздуха в штабеле древесины. В свежесрубленном виде влажность древесины составляет около 50 %, которую перед сжиганием следует снизить до уровня менее 20 %. За несколько дней до использования древесину следует занести в помещение, чтобы снизить влажность и отрегулировать ее температуру.

Коэффициенты выбросов были разработаны в программе измерения выбросов для PM_{2,5}, ЧУ, ОУ, СН₄, СО, СО₂ для различных технологий сжигания, используемых при сжигании биомассы в жилых домах в северных странах [9]. Были разработаны коэффициенты для повышенных выбросов при плохих условиях сжигания по сравнению с нормальными условиями. Сценарии с использованием новых коэффициентов выбросов показывают, что снижение выбросов от сжигания древесины в жилых помещениях может быть достигнуто с помощью современных технологий и благодаря улучшению навыков пользователей по эксплуатации оборудования. Моделирование технического потенциала сокращения выбросов, включая все соответствующие источники выбросов (а не только сжигание биомассы в жилых домах), показывают, что полная реализация потенциала сокращения выбросов смоделированной стратегии сокращения выбросов короткоживущих климатических загрязнителей (SLCP) в 2030 г. в северных странах позволит сохранить более 60 тыс. лет жизни в Европе и снизить воздействие на климат примерно на 14 млн т СО₂-эквивалента (рис. 1 и 2).

Короткоживущие климатические загрязнители — это группа веществ, включающая ЧУ, тропосферный озон (O₃), метан (CH₄) и гидрофторуглероды. O₃ образуется в результате атмосферных химических реакций с участием CH₄, оксидов азота (NO_x), углерода монооксида (CO), неметановых летучих органических соединений и солнечного света. По сравнению с долгоживущими парниковыми газами, например, двуокисью углерода (CO₂) и закисью азота (N₂O), имеющих короткое время пребывания в атмосфере, SLCP имеют более длительное время жизни.

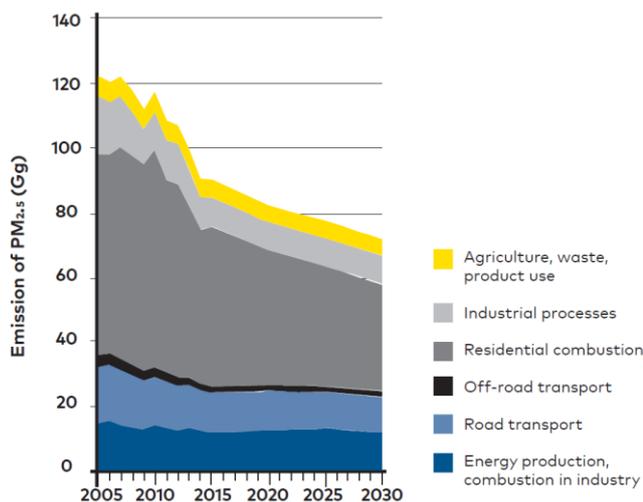


Рис. 1. Выбросы PM_{2,5} в скандинавских странах в 2005–2015 гг. и прогноз до 2030 г. 1 Гг = 1 тыс. т [9]

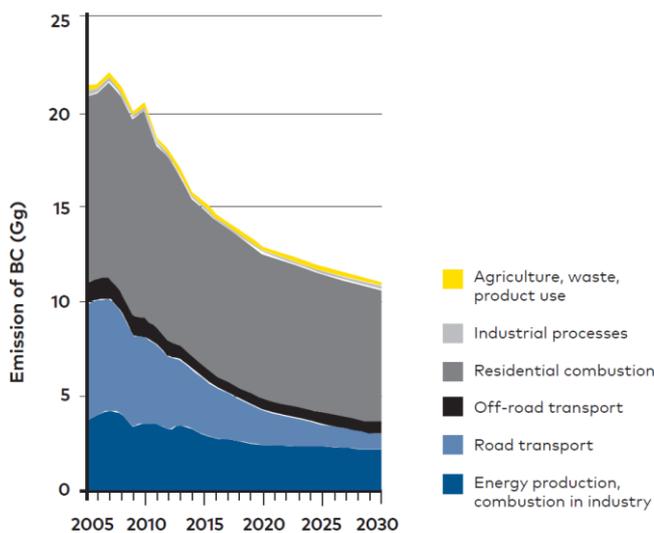


Рис. 2. Выбросы ЧУ в странах Северной Европы 2005–2015 гг. и прогнозы до 2030 г. 1 Гг = 1 тыс. т [9]

Разработка современных технологий в сжигании биомассы в жилых помещениях и улучшение эксплуатационных условий, связанных с пользователями, влияют на уровни выбросов в скандинавских странах.

Результаты показывают, что предполагаемое сокращение выбросов PM_{2,5} приведет к сокращению неблагоприятных последствий для здоровья: около 1 тыс. преждевременных смертей в Европе к 2035 г. можно будет избежать ежегодно в результате замены старых котлов и печей современным оборудованием при сжигании топлива; снижения воздействия на климат в результате сокращения выбросов короткоживущих загрязнителей климата ЧУ, СН₄ и др. Потенциальное сокращение выбросов, оцененное в сценариях, соответствует приблизительно 0,1 % от прогнозируемых выбросов парниковых газов в Дании, Финляндии и Швеции к 2030 г.; согласно текущим национальным прогнозам, использование старых печей и котлов, а также старых технологий сжигания в Дании, Финляндии и Швеции, как ожидается, будет составлять только около 7 % (10 ГДж из 148 ГДж) от общего объема использования биомассы в жилых помещениях в 2035 г. Потенциал снижения выбросов от сжигания биомассы в жилых домах за счет замены старых технологий (7 % топлива биомассы) современным оборудованием к 2035 г. может снизить выбросы на 15 % для PM_{2,5} и ОУ и 7–9 % — для ЧУ и СН₄; если (в дополнение к замене старого оборудования) технология сжигания позволит улучшить с предполагаемых 90 до 100 % сжигаемого топлива, то потенциал снижения выбросов увеличится до 26 % для PM_{2,5}, 32 % — для ОУ, 15 % — для СН₄ и 8 % — для ЧУ [10].

Воздействие частиц меньше 2,5 мкм (PM_{2,5}) на здоровье населения Арктики

Твердые частицы в окружающей среде размером менее 2,5 мкм (PM_{2,5}) связаны с негативным воздействием на здоровье человека таким, как повышенная смертность и заболеваемость в результате сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний.

Поскольку более 80 % эмиссии PM_{2,5} в Арктике в 2015 г. было связано с атмосферным переносом из-за пределов региона, необходимы специальные меры, чтобы его снизить. Ведущим сектором антропогенных выбросов в Северной Европе является сектор сжигания древесины в жилых домах, на долю которого пришлось более 60 % массы PM_{2,5} в 2015 г. [11].

В скандинавских странах сжигание топлива в жилых домах — первое, на что необходимо направить усилия для снижения негативного воздействия от загрязнения воздуха, за ним следуют транспорт, сельское хозяйство и утилизация коммунальных отходов. Антропогенные эмиссии PM_{2,5} вызывает около 5 тыс. – 9 тыс. преждевременных смертей ежегодно в северных странах и около 3 500–4 500 преждевременных смертей в Арктике. Текущие глобальные обязательства по сокращению выбросов, с учетом среднеуровневых сценариев смягчения последствий, приведут к снижению преждевременной смертности, связанной с PM_{2,5}, на 27 и 23 % в 2030 г. и на 35 и 26 % — в 2050 г. в регионах Севера и Арктики соответственно.

Высокоуровневые сценарии смягчения последствий в сочетании с ожидаемым высоким процентом сокращения выбросов показывают возможность снижения связанной с PM_{2,5} преждевременной смертности в регионах Севера на 35 и 50 % в 2030 и 2050 гг. соответственно, в то время как в Арктике снижение составит до 27 и 46 % в 2030 и 2050 гг.

Сценарий низкого уровня смягчения последствий, при котором глобальные обязательства не выполняются, приводит к снижению смертности от PM_{2,5} до 18 % в 2030 г. и 31 % в 2050 г. в северных странах. С другой стороны, некоторые модели также показывают увеличение смертности от PM_{2,5} в 2030 г. на 7 % в северных странах по этому сценарию.

В сценарии низкого уровня смягчения последствий, с другой стороны, некоторые модели рассчитывают увеличение концентраций и связанной с ними преждевременной смертности, в то время как другие модели показывают снижение. Это говорит о неопределенности в представлении и сложности химических и физических процессов в различных моделях [12].

Преждевременная смертность/смерть в результате загрязнения воздуха относится к смертям, при которых человек умирает раньше («преждевременно»), чем умер бы от других причин, если бы он не подвергнулся такому воздействию. Преждевременная смертность может быть вызвана кратковременным («острым») или длительным («хроническим») воздействием загрязнения воздуха в течение года или более. Воздействие твердых частиц относят к долгосрочному при оценке преждевременной смертности. Твердые частицы могут привести к таким последствиям в основном из-за инфекций нижних дыхательных путей, инсульта, хронической обструктивной болезни легких, рака легких и ишемической болезни сердца.

Обсуждение результатов и основные выводы

Оценке воздействия на здоровье мешает неточность установления входных параметров таких, как концентрации, уровни заболеваемости и взаимосвязь воздействия и реакции организма. Определение прогнозных концентраций PM_{2,5} с помощью моделей системы Земли дают грубое пространственное разрешение, чтобы отразить совместное расположение уровней загрязнения и населения в более мелких пространственных масштабах, как, например, в северных странах, что может привести к недооценке преждевременной смертности, вызванной PM_{2,5}. Важным, но неточным допущением является то, что зависимости воздействия и реакции были получены на основе общей массы эмиссии PM_{2,5}, а не отдельных компонентов PM_{2,5} таких, как, например, ЧУ.

Некоторые исследования показывают, что ЧУ оказывает более негативные последствия для здоровья населения по сравнению с общей массой PM_{2,5}. Это подразумевает дополнительную недооценку преждевременной смертности, вызванной PM_{2,5}, из-за выбросов ЧУ. Вдобавок к вышеупомянутой неопределенности оценки зависимости «экспозиция – ответ», использованные в цитируемой работе, данные, взятые из эпидемиологических исследований, проведенных в основном за пределами Арктики, возможно, не являются оптимальными для применения к арктическим сообществам. Последним неопределенным моментом в отношении будущих оценок смертности является синергетический эффект одновременного воздействия экстремальных температур (например, волн тепла или холода) в связи с изменением климата и атмосферного загрязнения. Загрязнение от сжигания ископаемого топлива и биомассы влияет как на качество воздуха, так и на климат. Плохое качество воздуха наносит прямой ущерб здоровью людей и является основной причиной преждевременной смерти.

Если долгосрочное повышение температуры в основном обусловлено глобальными выбросами двуокси углерода, то изменения в текущих глобальных выбросах SLCP играют важную роль в темпах потепления на ближайшие 20–30 лет (AMAP, 2021). Загрязнение атмосферного воздуха входит в число 10 ведущих факторов риска преждевременной смерти в странах-членах АС и странах-наблюдателях. Хорошо известна связь между мелкими частицами (PM_{2,5}) и сердечно-сосудистыми и респираторными заболеваниями, а также преждевременной смертью. Также появляется все больше доказательств, что загрязнение воздуха повышает риск развития диабета, преждевременных родов и низкого веса детей при рождении. Озон связан с повышенным риском респираторных заболеваний, которые приводят к преждевременной смерти, а также других неблагоприятных последствий для здоровья (например, метаболические эффекты) [13].

Важным источником поступления ЧУ и ОУ в атмосферу являются лесные пожары и сельскохозяйственные палы. Согласно текущим оценкам 12–15 % общего осаждения ЧУ в Арктике происходит от пожаров в бореальных лесах Сибири, Канады и Аляски по сравнению с глобальными антропогенными выбросами и выбросами от сжигания биомассы от всех типов пожаров. Вклад SLCP в концентрацию в атмосфере может меняться по мере изменения климата. Время пожарных выбросов по отношению к протяженности снежного покрова и льда является важным фактором в отношении их воздействия на арктический климат. Изменение сезонности и местоположения пожаров может привести к большему осаждению сажи (более ранние северные режимы пожаров в сочетании с открытыми сельскохозяйственными выжиганиями) или меньшему осаждению сажи (летне-осенние пожары в бореальных и умеренных ландшафтах) на арктический снег и морской лед.

Для оценки SLCP в рамках выполненного АМАР в 2021 г. обзора литературы и сравнения опубликованных моделей выбросов от пожаров [12], дополненные специфической моделью пожаров АМАР, дают представление о текущих выбросах и будущих режимах пожаров и выбросах. Хотя пожары являются естественной частью некоторых арктических экосистем, ожидается, что изменение климата еще больше увеличит продолжительность пожарного сезона, возможно, создаст более сухие условия и повысит риск их возникновения из-за потенциального увеличения числа молний. Глобальные базы данных по выбросам пожаров указывают на тенденцию их роста к северу от 60° с 2005 по 2018 гг. в большей степени, чем активность пожаров между 50° и 60° с. ш., которая по оценкам одной из моделей снижается. Модель выбросов от текущей пожарной активности, разработанная для оценки SLCP в 2021 г., показывает, что основная пожарная активность и выбросы от пожаров происходят между 50° и 60° с. ш., что соответствует южной протяженности бореального региона. За тот же период между 70° и 80° с. ш. наблюдалось очень мало выбросов от открытого сжигания биомассы. Выше 80° с. ш. пожаров не наблюдалось из-за ограничений спутникового покрытия.

Появляется все больше доказательств того, что изменение климата сыграло свою роль в возникновении крупных, неконтролируемых пожаров в начале сезона в отдаленных бореальных лесах. Оно также способствовало раннему началу пожароопасного сезона в арктической тундре с экстремальными лесными пожарами в более населенных районах. Пожары в Западной Гренландии в конце лета 2017 и 2019 гг. после периодов теплой, сухой и солнечной погоды — это новое явление. Несмотря на то, что в глобальном масштабе они все еще относительно не велики, будущее потепление Арктики может привести к увеличению числа и масштабов пожаров в ландшафтах, где ранее лесные пожары были редкостью.

Дальнейшее изменение климата повлияет на будущие пожарные риски. В дополнение к возможности большего количества возгораний от молний и более длительного пожарного сезона деградация вечной мерзлоты может увеличить количество сухой растительности и высокоуглеродистого торфяного топлива. Торфяные пожары могут тлеть в течение длительного времени, что приводит к большим выбросам дыма. Их также очень трудно потушить, они могут гореть под поверхностью в течение всей зимы и вновь возникать весной. Общий объем выбросов от торфяных пожаров трудно оценить и предсказать. Например, оттаивание прерывистой вечной мерзлоты может увеличить количество торфяного топлива, доступного для горения, но также может переувлажнить почву, ограничивая возгорание и распространение огня. Торф в бореальных и арктических районах является мощным естественным поглотителем углерода, и пожары на торфяниках могут высвобождать гораздо больше углекислого газа, чем обычный пожар в дикой природе на единицу сгоревшей площади, в дополнение к SLCP.

Деятельность человека, включая рост туристической активности, увеличение лесозаготовок и возможность развития сельского хозяйства дальше на север и связанные с ним методы сжигания также могут привести к увеличению выбросов ЧУ в Арктике.

Изменение климата повлияет на леса и лесное хозяйство, оказывая прямое воздействие на рост лесов и изменения в ущербе от насекомых и погодных условий. Общая оценка SLCP 2021 г. заключается в том, что будущие климатические условия благоприятны для лесных пожаров в бореальной зоне. Возрастет вероятность возникновения пожаров высокой интенсивности, которые трудно контролировать, включая интенсивные мегапожары. Будущие пожары в Арктике будут оставаться арктическими и приарктическими источниками ЧУ, метана и двуокиси углерода и, согласно прогнозам, будут только увеличиваться.

Инвентаризация выбросов SLCP, особенно ЧУ, являются пока не решенной задачей. Сопоставимые и надежные кадастры выбросов имели бы важное значение для разработки эффективных стратегий и политики по сокращению выбросов ЧУ. В отчете Совета министров Северных стран [13] представлены данные о выбросах и кадастрах выбросов стран Скандинавии, указаны наиболее значимые их источники и динамика. Также обсуждаются пробелы в знаниях, факторы неопределенности и возможности для улучшения оценок выбросов. Основное внимание уделяется ЧУ и выбросам твердых частиц (PM_{2,5}) от сжигания биомассы в жилых домах, дорожных и внедорожных дизельных транспортных средств и судоходства.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы: вред сажистых частиц размером меньше 2,5 мкм (PM_{2,5}) — черного углерода — подразделяют на медицинский — влияние на здоровье населения Арктики (заболевания легких и сердечно-сосудистые заболевания) и климатические (изменение альбедо льда и снега, ускорение их таяния); основными источниками ЧУ в Мурманской области, оказывающими негативное влияние на здоровье населения, является транспорт с дизельными двигателями (особенно карьерный), лесные пожары и объекты ЖКХ, использующие для отопления уголь и мазут (достаточно упомянуть, что в Мурманской области насчитывается более 130 котельных, большая часть которых работает на мазуте). Решить эту проблему можно переводом объектов ЖКХ на природный газ и электроэнергию, которая в области избыточна.

ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУХА МИКРОЧАСТИЦАМИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Введение

Оценка методов, характеризующих результат взаимодействия на молекулярном уровне наноразмерных микрочастиц с организмом, является одним из перспективных направлений медицинских исследований, определенных Стратегией развития медицинской науки в РФ до 2025 г. [14].

Под наноразмерными аэрозолями, загрязняющими воздух в районах размещения предприятий горнодобывающей промышленности (ГДП), понимается совокупное содержание жидких и твердых частиц, взвешенных в смеси газов воздуха. Такие виды аэрозолей обычно представляет собой трехфазную систему: «газ – жидкость – твердое вещество». Показатель взвешенности в воздухе определяется диапазоном размеров частиц аэрозоля: от 1 нм (0,001 мкм или 10^{-9} м) и до 100 мкм (10^{-4} м).

Ультратонкие фракции аэрозолей образуются, главным образом в результате эмиссии при высокотемпературных процессах — в стационарных и мобильных установках, где происходит сжигание минерального топлива. Эти эмиссии состоят из 65 % органических соединений, 9 % — частиц элементарного углерода, 7 % — соединений серы, 4 % — соединений металлов с небольшим содержанием хлоридов и нитратов натрия/калия.

По нашим оценкам, 1 л городского воздуха в районах размещения предприятий ГДП содержит примерно 10 млн частиц, а 1 л воздуха в рабочих зонах при добыче полезных ископаемых открытым способом — ~100 млрд частиц. Взрослый житель таких городов вдыхает ~ 100 млрд частиц (10^{11}) за сутки. Работник, занятый на добыче полезных ископаемых в открытом карьере, вдыхает 10^{14} частиц за рабочую смену.

Глобальный характер проблемы загрязнения воздуха ультратонкими фракциями аэрозолей характеризует доклад, подготовленный группой экспертов из 22 ведущих университетов мира. По представленной в докладе экспертной оценке, в результате загрязнений воздуха мелкими фракциями взвешенных частиц (PM_{2,5}) преждевременно в мире умирают 2,1 млн чел. в год, в т. ч. 93 % — от сердечно-сосудистых и легочных болезней и 7 % — от злокачественных новообразований органов дыхания [15].

Необходимость применения корректных моделей для оценки и управления рисками вредного воздействия микрочастиц на здоровье человека требует разработки специальной методологии для осуществления гигиенического нормирования их содержания в воздухе, в котором нуждаются 4 основных вида микрочастиц, различающихся по природе своего образования:

- 1) аэрозоли дезинтеграции искусственно созданных наносистем и наноструктурированных материалов;
- 2) аэрозоли конденсации паров органических и неорганических веществ;
- 3) спонтанно образующиеся микрочастицы при различных производственных процессах в результате физической, химической, в т. ч. термоокислительной деструкции материалов;
- 4) биологические наноразмерные объекты (микроорганизмы — вирусы, споры, грибки, другие живые системы и продукты их жизнедеятельности).

Патогенные свойства микрочастиц (табл. 1) в значительной мере определяются их природой и свойствами, а также потенциалом самоочищения органов дыхания от депонированных частиц [16].

Свойства и превращения микрочастиц
при их задержке в органах дыхания и дыхательных путях

Растворимые частицы	Нерастворимые частицы
После депозиции частицы утрачивают свою первоначальную форму и физические свойства	После депозиции частицы сохраняют свою первоначальную форму и физические свойства
Реакция организма зависит от массы, химического состава и количества частиц	Реакция организма зависит от свойств поверхности и числа частиц

Очевидно также, что применение риск-ориентированного подхода как основного инструмента деятельности государственных и муниципальных органов по решению проблемы сохранения здоровья населения [17] требует также разработки корректных моделей предиктивной оценки этих рисков и их классификации с учетом особенностей возникновения, распространения, тяжести клинического течения и исходов нарушений здоровья среди населения, проживающего в районах размещения горнодобывающих предприятий. Такой подход, предполагает необходимость применения комплекса инновационных методов и критериев для оценки риска вредного воздействия наноразмерных и ультратонких аэрозольных фракций и восприимчивости к ним организма человека на основе определения биомаркеров, позволяющих прогнозировать события риска (нарушений здоровья, связанных с воздействием конкретных видов микрочастиц) и принимать адекватные меры по их предотвращению.

Токсикокинетические исследования свидетельствуют о том, что наночастицы могут абсорбироваться преимущественно респираторным путем с возможной системной транслокацией, что приводит к их накоплению в периферических органах и выведению из организма. Некоторые методы, используемые в этих исследованиях, могут успешно применяться при ретроспективной оценке степени воздействия на рабочем месте. Биологический мониторинг наночастиц должен основываться на методах визуализации, которые необходимы для подтверждения их присутствия и характеристики распределения в тканях. В отчетах о случаях таких заболеваний подчеркивается настоятельная необходимость разработки стандартизированных процедур для подготовки и анализа биологических образцов с целью характеристики и количественной оценки содержания в них наночастиц [18].

Воспалительные свойства ультрадисперсных частиц могут быть опосредованы множеством различных механизмов, в т. ч. их способностью продуцировать активные формы кислорода при взаимодействии с клетками живых организмов, что приводит к образованию провоспалительных цитокинов (ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-12, ФНО-альфа, интерфероны, хемокины, ИЛ-8 и др.), которые формируют воспалительный ответ, разрушают пораженные клетки и патогенные объекты. Высокий уровень этих цитокинов в крови отражает активность и тяжесть воспалительного процесса [19]. Кроме того, из-за небольшого размера ультратонкие частицы обладают уникальными характеристиками распределения в организме и могут изменять клеточную функцию таким образом, чтобы обойти биологические сигнальные пути, способствующие своевременному включению механизмов защиты, а также микрочастицы могут проникать внутрь клеток и потенциально приводить к повреждению их генетических структур [20], что предполагает возможность наследования вредных эффектов в будущих поколениях.

Несмотря на то, что перечисленным фундаментальным проблемам в настоящее время уделяется повышенное внимание, применительно к микрочастицам, загрязняющим атмосферный воздух в арктических районах РФ, где размещен крупнейший в мире промышленный кластер горно-металлургических предприятий, исследований до настоящего времени не проводилось.

Факторы риска нарушений здоровья населения, связанных с загрязнением окружающей среды выбросами двигателей внутреннего сгорания в Мурманской области

Выбросы в атмосферный воздух от двигателей внутреннего сгорания (ДВС), использующих моторное топливо из ископаемых видов углеводородного сырья таких, как бензин, дизельное топливо и мазут, представляет собой сложную смесь газов, паров и мелких частиц. К основным загрязняющим веществам, выбрасываемым дизельными двигателями технологического транспорта в атмосферу, относятся: углекислый газ (CO_2), окись углерода (CO), оксиды азота (NO_x), углеводороды (HC), тонкие, ультратонкие и наноразмерные фракции углеродсодержащих твердых частиц (PM), гидрофторуглерод 134а (HFC-134a), метан (CH_4), закись азота (N_2O), озон (O_3) и другие химические вещества, которые классифицируются как «опасные загрязнители воздуха». Оценка, мониторинг и разработка эффективных мер по предотвращению этих выбросов необходимы для решения комплекса социально-экономических проблем, связанных с глобальными изменениями климата, региональных и локальных проблем по сохранению качества окружающей среды и здоровья населения [21, 22].

Сжигание минерального топлива является крупнейшим источником загрязнения воздуха и вызывает серьезную озабоченность в области здравоохранения во всем мире. Как правило, пожилые люди более подвержены преждевременной смерти из-за загрязнения воздуха [23], в то время как дети особенно уязвимы для возникновения астмы и нарушений функции легких. Загрязнение воздуха, главным образом в результате сжигания ископаемого топлива, сокращает среднюю продолжительность жизни в мире почти на 3 года [24]. Исследования в области вредного воздействия на здоровье населения показывают, что газо-аэрозольные загрязнения при использовании наиболее токсичного дизельного топлива в первую очередь влияют на органы дыхания и дыхательную систему, являясь доказанной причиной возникновения, увеличения тяжести клинического течения и исходов бронхиальной астмы, бронхита, дегенеративных изменений слизистой оболочки дыхательных путей и газообменной функции легких. Есть свидетельства того, что воздействие выхлопных газов ДВС на организм человека может увеличить риск болезней органов кровообращения, рака легких, неблагоприятных исходов беременности и преждевременной смерти [25].

В табл. 2 представлены основные виды загрязняющих веществ, образующихся при эксплуатации ДВС, использующих моторное топливо из «тяжелого» природного углеводородного сырья, а также продукты их превращения в атмосферном воздухе и виды вредных эффектов при воздействии на организм человека.

Таблица 2

Эмиссионные компоненты ДВС и их возможные вредные эффекты на организм человека

Эмиссионный компонент	Продукты их превращения в атмосфере	Вредное воздействие на организм человека
1	2	3
<i>Газовая фаза</i>		
Монооксид углерода	–	Высокотоксичен для человека; блокирует поглощение кислорода
Оксиды азота	Азотная кислота, озон	Двуокись азота является раздражителем дыхательных путей и основным предшественником озона. Азотная кислота способствует закислению атмосферных осадков (кислотные дожди)
Диоксид серы	Серная кислота	Раздражение дыхательных путей. Принимает участие в образовании кислотных дождей
Насыщенные углеводороды (алканы, < C19)	Альдегиды, алкилнитраты, кетоны	Раздражение дыхательных путей. Продукты реакции — предшественники озона (в присутствии NO_x)

1	2	3
Ненасыщенные углеводороды (алкены < C5)	Альдегиды, кетоны	Раздражение дыхательных путей. Некоторые алкены обладают мутагенными и канцерогенными свойствами. Продукты реакции — предшественники озона (в присутствии NO _x)
Формальдегид	Окись углерода, гидропероксильные радикалы	Формальдегид является вероятным канцерогеном для человека и предшественником озона (в присутствии NO _x)
Высшие альдегиды (например, акролеин)	Пероксиацилнитраты	Раздражение дыхательных путей и глаз; снижает иммунитет
Моноциклические ароматические соединения (например: бензол, толуол)	Гидроксилированные и гидроксильные нитропроизводные	Бензол токсичен и канцерогенен для человека. Некоторые продукты реакции являются мутагенными для бактерий (анализ Эймса)
ПАУ (< 5 колец) (например, фенантрен, фторантен)	Нитро-ПАУ (< 5 колец)	Некоторые из этих ПАУ и нитро-ПАУ являются доказанными мутагенами и канцерогенами
Нитро-ПАУ (2 и 3 кольца) (например, нитронафталины)	Хиноны гидроксилированные нитропроизводные	Некоторые продукты реакции обладают мутагенными свойствами (анализ Эймса)
<i>Фаза твердых частиц</i>		
Элементарный углерод	–	Ядра адсорбируют органические соединения; аэродинамический размер частиц менее 1 мкм позволяет проникать глубоко в легкие (альвеолы), а при размере менее 100 нм проникают через стенки сосудов непосредственно в кровотоки
Неорганические сульфаты	–	Раздражение дыхательных путей
Алифатические углеводороды (C14-C35)	Окисляются в воздухе в результате фотохимических реакций в присутствии двуокиси азота, образуя ядовитые кислородсодержащие соединения; возможно, альдегиды, кетоны и алкилнитраты — один из компонентов, участвующий в образовании смога	Наркотическое действие, возможно мутагенное действие. Общетоксические эффекты изучены недостаточно
ПАУ (4 кольца и более) (например: пирен, бенз(а)пирен)	Нитро-ПАУ (4 кольца и более), нитро-ПАУ-лактоны	Более крупные ПАУ являются основными источниками канцерогенного эффекта в выбросах при сжигании. Многие нитро-ПАУ являются сильнодействующими мутагенами и канцерогенами
Нитро-ПАУ (3 кольца и более) (например, нитропирены)	Гидроксилированные нитропроизводные	Многие нитро-ПАУ — сильнодействующие мутагены и канцерогены

Твердые микрочастицы (PM_{2,5})

Физиологические основы негативного воздействия твердых микрочастиц на здоровье человека

Твердые микрочастицы состоят из разных химических ингредиентов, находящихся в промышленных и транспортных выбросах в атмосферный воздух; 90 % твердых частиц, выделяемых ДВС, работающих на углеводородном топливе — мелкие частицы, аэродинамический размер которых не превышает 2,5 мкм (PM_{2,5}). Они часто используются как наиболее информативный маркер интенсивности загрязнений от ДВС по потенциальному вредному эффекту для здоровья населения [26].

Твердые частицы способны проникать глубоко в легкие, где они могут существенно влиять на возникновение, тяжесть течения и исходы специфических классов болезней органов дыхания: астмы, хронического бронхита, эмфиземы и других заболеваний. Дыхательная система способна к эффективному самоочищению от крупных нерастворимых частиц (т. н. мукоцелюлярный эскалатор), но более мелкие частицы (менее 10 мкм) попадают в легкие, а самые мелкие (менее 100 нм) способны проникать непосредственно в кровоток.

Считается, что ультратонкие фракции твердых углеродсодержащих частиц представляют наиболее серьезные проблемы для здоровья по сравнению с другими ингредиентами загрязнений ДВС. Воздействие на человека этих частиц обычно происходит в виде трехфазной системы: «газ — жидкость — твердое вещество», где жидкая и частично газообразная фазы сорбируются на поверхности твердых частиц углерода, в результате чего возникает феномен глубокого проникновения жидких и газообразных загрязняющих веществ вплоть до наиболее уязвимой части дыхательной системы — альвеолярной ткани. Эти загрязняющие вещества в несорбированном состоянии практически полностью поглощаются в верхних дыхательных путях (рис. 3).

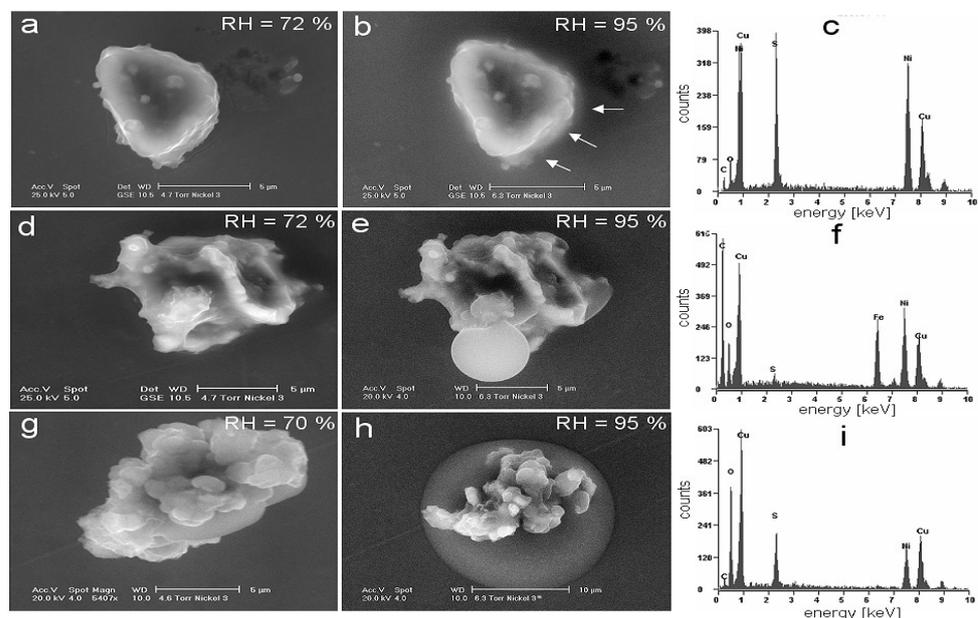


Рис. 3. Сорбционные модели трехфазной системы загрязняющих веществ от ДВС «газ — жидкость — твердые частицы углерода»

Характерно, что ультратонкие и наноразмерные фракции частиц углерода способны к агломерации и агглютинации, что существенно повышает их сорбционный потенциал (рис. 4 и 5).

Газообразная фаза выбросов ДВС, способная наиболее интенсивно сорбироваться на поверхности микрочастиц углерода при низких температурах (рис. 6), представлена преимущественно высшими альдегидами моно- и полициклическими ароматическими углеводородами, которые могут существенно усиливать некоторые вредные эффекты, вызываемые наноаэрозольными частицами, в т. ч. их мутагенное и канцерогенное действие на организм.

В силу определенной биологической инертности, частицы элементарного углерода, попавшие в альвеолы, накапливаются в легочной ткани, что сопряжено с увеличением риска возникновения болезней, в этиологии которых сажа играет важную роль по мере увеличения возраста и стажа работы. На рис. 7 представлен посмертный фотоснимок легких у работника открытого карьера со стажем 14 лет, случайно погибшего от несовместимой с жизнью травмы. По изменению цветовой гаммы легочной ткани видно, насколько значительной является накопленная экспозиция к загрязнениям от дизельных ДВС, которыми были оснащены горные машины и карьерный транспорт.

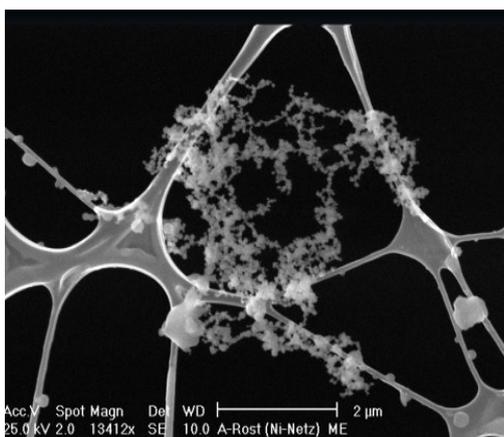


Рис. 4. Агломерационный комплекс витающих в воздухе наночастиц углерода и кремния в районе размещения открытых карьеров горнодобывающих предприятий Кольского региона

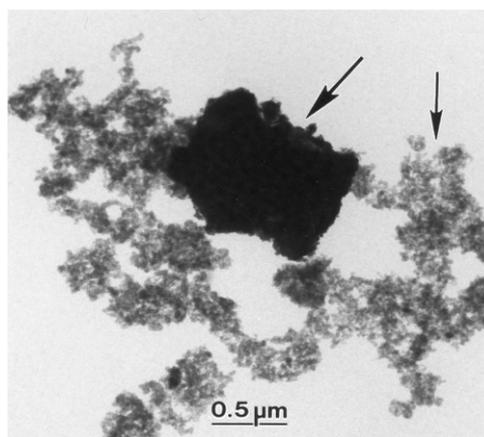


Рис. 5. Агрегационный комплекс нанонано-частиц из компонентов дизельных выхлопов

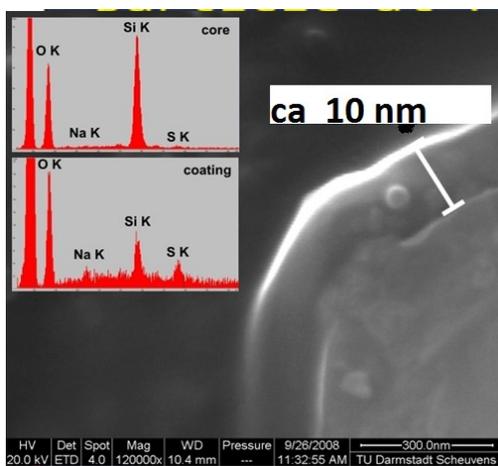


Рис. 6. Кристаллизационная сорбция газообразных углеводородов на поверхности частицы при низких температурах воздуха (-18°C)

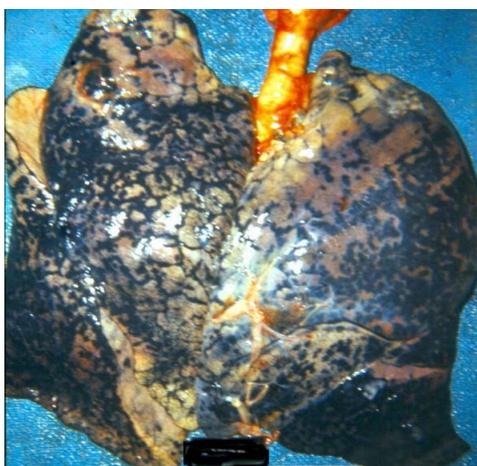


Рис. 7. Накопление углеродных частиц в легких у работников, занятых в зонах интенсивных загрязнений воздуха карьерным транспортом, оснащенным дизельными ДВС

Следует особо отметить, что задержка твердых частиц в органах дыхания в целом снижается по мере уменьшения их размеров, а в случаях, когда аэродинамический диаметр не превышает 10 нм, значительная доля этих частиц удаляется из дыхательных путей с выдыхаемым воздухом (до 85 %) (рис. 8).

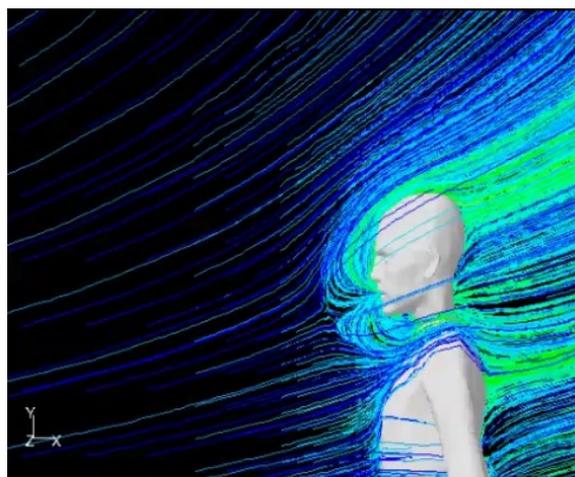


Рис. 8. Визуализация модели распределения наноразмерных частиц в зоне дыхания

Классы болезней и других нарушений здоровья, ассоциированные с вредным воздействием микрочастиц в воздухе

Рассматривая наиболее актуальные вопросы вредного влияния на здоровье населения загрязнений окружающей среды транспортными средствами, оснащенными ДВС с использованием тяжелых видов углеводородного моторного топлива (в частности, дизельное, бензины, керосин, мазут), следует отметить, что результаты подавляющего большинства научных исследований, выполненных в последние годы, не оставляют сомнений в необходимости разработки мер по эффективному снижению и предотвращению тяжелых нарушений здоровья, включая преждевременную смерть, утрату трудоспособности, снижение качества жизни, осложнения беременности, нарушение физического и умственного развития детей и других последствий, связанных со стремительным ростом объемов использования данных видов моторного топлива. В обобщенном виде эти нарушения здоровья, в связи с воздействием основных видов загрязняющих веществ, представлены в табл. 3 с указанием их уровня доказательности.

Таблица 3

Классы болезней, связанных с вредным воздействием загрязняющих веществ от ДВС на организм человека*

Загрязнители	Классы болезней (Код МКБ-10)				
	Болезни органов дыхания (J00–J99)	Болезни системы кровообращения (I00–I99)	Болезни центральной нервной системы (G10–G14)	Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения (Q00-Q99)	Злокачественное новообразование бронхов и легкого (C34)
PM _{2,5}	+++	+++	++	+	+
O ₃	++	+			
NO _x	+++				
CO		++	+	+	

* Уровни доказанности эффекта: +++ — высокий; ++ — средний; + — ограниченный.

Среди выделенных нами классов болезней, объединяющих несколько групп патогенетически схожих системных нарушений здоровья, многие исследователи выделяют конкретные виды заболеваний, которые, по их мнению, в наибольшей степени отражают вредное воздействие на организм человека всего комплекса загрязнений от ДВС, использующих различные виды углеводородного моторного топлива. Проведенный анализ результатов исследований показал, что загрязнение воздуха микрочастицами — один из главных факторов, влияющих как на возникновение конкретного заболевания, так и на его продолжительность, тяжесть клинического течения и исходов.

Иммунодефициты (код D80 по МКБ-10)

Иммунодефицит — это состояние, при котором возникают нарушения эффективности функционирования иммунной системы организма, обеспечивающей его толерантность к бактериальным, вирусным и грибковым инфекциям, а также к вредному воздействию твердых частиц, проникающих в дыхательные пути с загрязненным воздухом. Это не одно заболевание, а целая группа патологических процессов, имеющих разные причины и симптомы болезни.

Единой классификации иммунодефицитов нет. По происхождению их делят на первичные и вторичные. Первичные — врожденные, преимущественно наследственные дефекты иммунной системы; вторичные (спонтанные или приобретенные) — развивающиеся в позднем постнатальном периоде, не являющиеся результатом наследуемых генетических дефектов. Примером приобретенного иммунодефицита может служить лучевая болезнь. Вторичный иммунодефицит является наиболее распространенной разновидностью иммунодефицитов и может быть вызван практически любым видом вредного воздействия на организм. Он возникает в силу самых разнообразных причин: инфекции, злокачественные новообразования, недостаточное или неполноценное питание, дефицит массы тела или, наоборот, ожирение, а также ожоги, травмы, сложные хирургические операции, эндокринные заболевания (сахарный диабет, гипотиреоз и др.).

Однако в последние годы большое внимание исследователей привлекает оценка влияния вредных химических и биологических загрязнений объектов окружающей среды на иммунную систему человека. В научных и общественных кругах еще с конца прошлого века росла озабоченность тем, что химические загрязнители могут подавлять иммунные процессы и, таким образом, увеличивать риск возникновения новообразований и инфекционных заболеваний [27]. Современные исследования свидетельствуют, что загрязнение воздуха может сопровождаться существенным изменением функциональной активности различных звеньев иммунитета, в т. ч. влиять на различные типы иммунных клеток такие, как макрофаги, очищающие дыхательные пути от осевших в них твердых частиц (аэродинамическими размерами от 100 до 1 мкм), воспалительные нейтрофилы, дендритные клетки и лимфоциты, которые обеспечивают гуморальный и клеточный иммунный ответ при контакте с антигенами и патогенами [28]. При этом клеточный иммунитет формируется с участием Т-лимфоцитов, которые по своей функции делятся на цитотоксические Т-клетки (Т-киллеры) и клетки-помощники (Т-хелперы), тогда как гуморальный иммунитет обеспечивается преимущественно активацией В-лимфоцитов, которые образуют на своей поверхности антитела и выделяют их в плазму крови. Антитела обладают способностью специфически связывать соответствующие антигены. Связывание антител с антигенами — решающее звено в системе защиты организма от внеклеточных вирусов и бактерий.

Иммунная система является одной из ключевых жизнеобеспечивающих функций организма, обладающей одновременно свойствами «памяти» и высокой «изменчивости». Поэтому нередко иммунный ответ на множество внешних видов воздействий, в т. ч. и на загрязнение окружающей среды вредными веществами, трудно предсказуем.

Известны многочисленные случаи возникновения тяжелых нарушений здоровья, связанных с избыточной (патологической) иммунной реакцией в ответ даже на очень слабые химические раздражители, в т. ч. на воздействие аэрозолей (на уровнях ниже ПДК), что сопровождается развитием атопии, которая определяется как опосредованная иммуноглобулином E-(IgE) аллергическая реакция на антигены окружающей среды и может проявляться в виде ринита, бронхиальной астмы или атопического дерматита [29]. При этом воздействие на организм очень высоких концентраций химических раздражителей в воздухе, как ранее было показано в наших исследованиях совместно с норвежскими партнерами, может сопровождаться появлением феномена толерантности (невосприимчивости) организма человека в виде снижения распространенности атопии среди населения, проживающего в районах с очень высоким уровнем атмосферных загрязнений от выбросов промышленных предприятий, содержащих, в частности, NiO, CO, SO₂, NO_x, летучие органические соединения (ЛОС) и мелкодисперсные аэрозоли [30, 31]. Известно также, что ультратонкие фракции веществ в аэрозольной форме могут оказывать как иммуносупрессивный, так и иммуностимулирующий эффекты с широким спектром клинических проявлений [32].

Очевидно, что применение показателей частоты и распространенности болезней, связанных с нарушениями иммунитета, для оценки эффективности замены дизельного и бензинового топлива на газомоторное, необходимо проводить с известной долей осторожности, поскольку не всегда снижение концентраций загрязняющих веществ в воздухе, в т. ч. обладающих аллергенным действием, сопровождается соразмерным снижением заболеваемости.

Дыхательная недостаточность (код J96 по МКБ-10)

Под дыхательной недостаточностью (далее — ДН) понимается группа нарушений здоровья, которые являются в основном клинической характеристикой утраты газообменной функции дыхания (поглощения кислорода и выделения углекислого газа из организма). Классифицируются 3 клинических формы ДН, которые являются осложнением ряда заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем, в т. ч.:

- острая респираторная недостаточность (код J91.1 по МКБ-10);
- хроническая респираторная недостаточность (J96.6);
- респираторная недостаточность неуточненная (J96.9).

На практике выделяют 2 основных типа ДН — гипоксемический или гиперкапнический.

Гипоксемическая дыхательная недостаточность (тип I) характеризуется артериальным давлением кислорода (PaO₂) ниже 60 мм рт. ст. при нормальном или низком артериальном давлении углекислого газа (PaCO₂). Это наиболее распространенная форма ДН, связанная практически со всеми острыми заболеваниями легких, вызванных заполнением жидкостью или коллапсом альвеолярных единиц. Некоторыми примерами ДН I типа являются кардиогенный или некардиогенный отек легких, пневмония и легочное кровотечение.

Гиперкапническая дыхательная недостаточность (тип II) характеризуется PaCO₂ выше 50 мм рт. ст. Гипоксемия часто встречается у пациентов с гиперкапнической ДН, дышащих комнатным воздухом. РН зависит от уровня бикарбоната, который, в свою очередь, зависит от продолжительности гиперкапнии. Общая этиология включает передозировку лекарствами, нервно-мышечные заболевания, аномалии грудной стенки и тяжелые нарушения дыхательных путей (например, астму и ХОБЛ — хроническую обструктивную болезнь легких).

Фактические данные подтверждают связь между концентрацией в воздухе некоторых загрязнителей, которые взаимодействуют и оказывают неблагоприятное воздействие на дыхательную систему. Твердые частицы (PM_{2,5} PM₁₀), особенно в присутствии оксидов серы, углерода и азота, ЛОС и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) относятся к числу загрязняющих веществ, способных оказать существенное влияние на частоту возникновения и тяжесть течения острых и хронических заболеваний дыхательной системы, в т. ч. ХОБЛ и бронхиальной астмы [33].

Наиболее восприимчивыми группами, страдающими от загрязнения атмосферного воздуха, являются лица старшего возраста [34, 35] и лица с хроническими заболеваниями и тяжелыми травмами, у которых эти загрязнения значительно увеличивают риск возникновения критических для жизни состояний, в частности, острого респираторного дистресс-синдрома [25, 36].

Гайморит

Международной классификацией болезней гайморит не выделяется в качестве самостоятельного заболевания, подлежащего статистическому учету, а является одним из подвидов синусита — хронического воспаления носовых придаточных пазух (J32). Клинические формы синуситов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Виды синуситов в зависимости от пораженной придаточной пазухи [37]

Клиническая форма	Локализация
Гайморит	Гайморовы пазухи, расположенные в верхней челюсти по обе стороны от носа (это самый распространенный вариант заболевания, который развивается у 56–73 % взрослых и детей старше 7 лет)
Этмоидит	Решетчатый лабиринт, который состоит из множества ячеек и находится в проекции основания носа
Фронтит	Лобные пазухи, которые находятся в толще лобной кости по обе стороны от носа чуть выше переносицы
Сфеноидит	Полость клиновидной кости, расположенной в глубине черепа за носовой полостью
Гемисинусит	Синусы с одной стороны головы
Пансинусит	Все околоносовые пазухи

Гайморит, как видно из данных, представленных в табл. 4, является одной из наиболее распространенных форм болезней ЛОР-органов. По статистике им страдают до 15 % взрослых. Только в России ежегодно им болеют около 10 млн чел. В США, по данным Центров по контролю и профилактике заболеваний, диагноз хронического синусита имеют более 29 млн чел., или более 12 % взрослого населения. Хронические заболевания носовых пазух приводят к депрессии, хронической усталости и даже к потере продуктивности.

Хроническое воспаление гайморовых пазух, как правило, является следствием острого воспалительного или аллергического ринита, который, в свою очередь, как отмечалось выше, может провоцироваться и воздействием загрязняющих веществ в воздухе, образующихся в результате использования углеводородного топлива в ДВС.

Загрязняющие вещества оседают на слизистой оболочке дыхательных путей. При увеличении их концентрации происходит прямое химическое и физическое раздражение, которое способствует воспалительному процессу из-за расширения сосудов, отека тканей и притока лейкоцитов. Загрязняющие вещества могут также привести к изменению вязкости слизи, подавлению функции ресничек и увеличению проницаемости эпителия.

Многочисленные исследования отмечали определенную ассоциацию загрязнений воздуха микрочастицами с хроническим воспалением слизистых оболочек носа и носовых пазух, но только результаты экспериментального изучения, которые были опубликованы Институтом Джона Хопкинса в 2016 г., доказательно подтвердили их причинную связь [38].

Ларинготрахеит (код J37 по МКБ-10)

Для целей статистического учета классифицируется как «хронический ларингит и ларинготрахеит». Ларинготрахеит протекает в форме острого и хронического воспаления слизистых оболочек гортани и трахеи с выраженными симптомами в виде избыточного образования мокроты, хрипов, кашля и дисфонии. Хроническая форма предполагает чередование периодов ремиссии и обострения (последние, как правило, приходятся на осенне-зимний период). Без надлежащего лечения может развиваться ложный круп — отек органов дыхания и удушье.

Загрязнение воздуха микрочастицами и наличие в нем раздражающих веществ — один из способствующих возникновению ларинготрахеита факторов. Об этом свидетельствует множество исследований, проведенных в разные годы и на разных территориях. Например, обследование 325 чехословацких детей с острым ларинготрахеитом, показало, что частота заболевания коррелировала с 3 наиболее частыми факторами загрязнения атмосферы: аэрозолями, диоксидом серы и оксидами азота [39].

Аналогичные результаты получили и польские исследователи, изучавшие заболевания жителей Кракова в возрасте до 18 лет, госпитализированных с ларинготрахеитом (вирусным крупом) в отделение неотложной помощи одной из детских больниц [40]. Их цель состояла в оценке связи между частотой и тяжестью клинического течения вирусного крупа у детей и аэрозольным загрязнением воздуха. Данные о случаях заболеваний были сопоставлены со среднесуточными концентрациями загрязнителей воздуха: твердых частиц (PM10 и PM2,5), оксидов азота (NO_x), оксида углерода (CO), диоксида серы, озона и бензола, которые были получены из общедоступной базы данных измерений, выполненных на 3 местных метеостанциях. Средняя температура воздуха при этом рассматривалась как сопутствующий фактор риска. Полученные результаты подтвердили гипотезу о неблагоприятном влиянии загрязнения воздуха на респираторное здоровье детей, а основные закономерности этого влияния подтверждены следующими результатами наблюдений (рис. 9):

- в течение исследуемого периода средние концентрации PM10, PM2,5 и NO_x превышали допустимые уровни (среднегодовые значения), установленные законодательством Польши;
- между средними недельными концентрациями большинства загрязнителей воздуха (особенно PM10, PM2,5, CO и бензола) и количеством случаев вирусного крупа, зарегистрированными за неделю, наблюдалась тесная корреляция;
- при этом корреляция между концентрациями NO_x, CO, бензола в воздухе и распространенностью крупа от температуры в не праздничный период отсутствовала.

Substance	Whole year		Without holiday period		Winter months only	
	R	p	R	p	R	p
PM ₁₀	0.44	<0.0001	0.32	0.0020	0.52	0.005
PM _{2.5}	0.46	<0.0001	0.31	0.0030	0.47	0.014
NO _x	0.39	<0.0001	0.24	0.0190	0.38	0.048
CO	0.45	<0.0001	0.35	0.0009	0.40	0.037
SO ₂	0.37	0.0001	0.13	NS	0.29	NS
C ₆ H ₆	0.49	<0.0001	0.40	0.0002	0.46	0.021
Temperature	-0.44	<0.0001	-0.18	NS	-0.08	NS

Рис. 9. Корреляция между зарегистрированными случаями вирусного крупа за неделю и средними недельными концентрациями исследуемых загрязняющих веществ (для сравнения приведены также значения коэффициентов корреляции между количеством зарегистрированных за неделю случаев вирусного крупа и средней недельной температурой)

Бронхит (коды J40-J47)

Бронхит классифицируется МКБ 10 как «хронические болезни нижних дыхательных путей». В случаях доказанной связи бронхита с воздействием вредных химических веществ, загрязняющих воздух, может классифицироваться также как «респираторные состояния, вызванные вдыханием химических веществ, газов, дымов и паров» (J68).

Он проявляется воспалением и отеком бронхов, чрезмерным образованием слизи в дыхательных путях, что препятствует поступлению воздуха к легким и приводит к затруднению дыхания. В зависимости от этиологии различают вирусный и бактериальный бронхит. Заболевание классифицируется также в зависимости от длительности и особенностей течения на острый и хронический бронхит.

Хронический бронхит — это фенотип ХОБЛ. У тех, кто уже страдает ею, хронический бронхит предвещает увеличение частоты и тяжести обострений. У больных без ХОБЛ симптомы хронического бронхита предсказывают повышенный риск ее развития, а также более низкие оценки качества жизни, связанные со здоровьем и повышенный риск смерти.

Основным фактором риска бронхита ученые называют курение, но токсичные вещества и неблагоприятные климатические условия могут также привести к заболеванию. Отмечено, что в районах с высокими концентрациями транспортных загрязнений воздуха твердыми частицами наблюдается большая распространенность симптомов хронического бронхита [41–43] но между кратковременным воздействием загрязняющих веществ и острыми респираторными заболеваниями также существует тесная связь [44].

Результаты недавних исследований доказывают, что качество воздуха и хронический бронхит — неразделимые понятия. Американские ученые, например, построили регрессионную модель и выяснили, что тесная связь существует не только при краткосрочном, но и при долгосрочном воздействии твердых частиц (PM_{2,5} и PM₁₀) и диоксида азота (NO₂), при этом женский организм оказался уязвимым к их вредному воздействию в большей степени [45]. Недавно опубликованные результаты идентичной по методологии, но более масштабной работы исследователей из Швейцарии, Канады и Великобритании также выявили высокую зависимость между частотой возникновения случаев бронхита и содержанием загрязнений в воздухе ультратонких фракций частиц углерода (менее 2,5 мкм). При этом наиболее высокая зависимость была отмечена среди никогда не куривших женщин и молодых людей [46].

Рак органов дыхания (код С34)

Рак легкого классифицируется МКБ-10 для целей статистического учета как «злокачественное новообразование бронхов и легкого».

Этот вид злокачественных новообразований является одним из наиболее распространенных заболеваний у мужчин и женщин во всем мире.

По данным ВОЗ от рака легких в мире ежегодно умирает 1,2 млн чел. — больше, чем от любого другого вида злокачественных новообразований среди взрослого населения [47]. Подавляющее большинство из них вызвано курением табака, но экологические причины, включая загрязнение воздуха, также рассматриваются как факторы его возникновения, что вызывает озабоченность ученых и медиков. Загрязнению воздуха в последнее время уделяется особое внимание, поскольку все больше исследований связывают его воздействие с широким спектром неблагоприятных последствий для здоровья, включая повышение смертности и заболеваемости от сердечно-сосудистых, респираторных заболеваний, а также рака легких.

Американское онкологическое общество (ACS), изучившее 10749 смертей от рака легких, оценило прирост случаев этого заболевания на 8–14 % при увеличении средней концентрации твердых частиц PM_{2,5} на каждые 10 мкг/м³. Помимо твердых частиц в воздухе, загрязненном выбросами транспортных средств, содержатся также доказанные и предполагаемые канцерогены, в частности, бенз(а)пирен, бензол и 1,3-бутадиен, которые, наряду с диоксидом азота, а также оксидами серы и озоном, как было указано выше, активно сорбируются на поверхности углеродных частиц, создавая трехфазный микст с высоким канцерогенным потенциалом [48].

Атеросклероз сосудов головного мозга (код I67.2)

Атеросклероз сосудов головного мозга классифицируется МКБ-10 как «церебральный атеросклероз». Хроническое заболевание, характеризующееся в течение длительного периода бессимптомным клиническим течением, в основе которого лежит дислипидемия — патологический процесс, характеризующийся отложением липидных бляшек в эндотелии кровеносных сосудов с последующим их разрастанием и замещением соединительной тканью, что способствует развитию недостаточности кровообращения головного мозга. Наиболее часто происходит поражение внутренней и наружной сонных артерий, а также базилярной артерии.

Атеросклероз, одна из основных причин ишемического инсульта, связан с повышенным риском повторного инсульта и деменции [24]. Недавние европейские исследования выявили гораздо более высокую распространенность внутричерепных поражений, чем считалось, что позволяет предположить, что внутричерепное атеросклеротическое заболевание потенциально является наиболее частой причиной ишемического инсульта во всем мире [25].

При атеросклерозе сонных артерий риск возникновения ишемического инсульта увеличивается в 3 раза. Причиной по меньшей мере 20 % всех инсультов является атеросклероз сосудов дуги аорты (особенно бифуркации общей сонной артерии), неоперированные окклюзионные заболевания сонных артерий определяют от 5 до 12 % новых инсультов. К атеросклерозу могут привести разные причины: возраст, генетическая предрасположенность, питание с повышенным содержанием в пище холестерина и насыщенных жиров. Однако сопоставимый вклад в эти заболевания вносит и загрязнение воздуха, прежде всего ультратонкими фракциями аэрозолей. По оценкам ВОЗ, еще в начале 2000-х гг. глобальное воздействие загрязнения воздуха составляло примерно 800 тыс. случаев преждевременной смерти в год, подавляющее большинство из которых было связано с болезнями органов кровообращения и дыхания [22, 26]. Потенциальное влияние конкретных источников загрязнения

воздуха, особенно связанных с аэрозольными выбросами от транспортных средств, на острые и хронические сердечно-сосудистые заболевания подтверждают и другие исследования, которые доказывают, что уровни твердых микрочастиц в воздухе связаны как с острыми сердечными приступами [27], так и с хроническим прогрессированием атеросклеротического заболевания [28]. Преобладающее большинство смертей (57–76 %) из-за PM_{2,5} является результатом атеросклеротического сердечно-сосудистого заболевания (ASCVD). В Соединенных Штатах Америки, из-за загрязнения воздуха и связанных с ним сердечных приступов, американцы теряют в среднем 7 месяцев жизни на человека [29].

Коронавирусная инфекция COVID-19 (Коды МКБ-10 U07.1 и U07.2)

Связь между загрязнением атмосферного воздуха микрочастицами и клиническими проявлениями респираторных заболеваний и их последствиями получила также подтверждение в период продолжающейся пандемии коронавирусной инфекцией COVID-19, вызываемой возбудителем SARS-CoV-2. Хотя количество исследований по этому вопросу все еще невелико, однако полученные результаты свидетельствуют, что хроническое воздействие загрязнителей воздуха на организм человека увеличивает тяжесть клинического течения и исходы этого опасного заболевания. Наиболее убедительные доказательства тесной связи между показателями летальности от COVID-19 и загрязнением воздуха тонкими фракциями аэрозолей (PM_{2,5}) были представлены в масштабном исследовании, проведенном на национальном уровне в США со стандартизацией по другим известным факторам риска утяжеления исходов [31]. К аналогичному выводу пришли также исследователи, изучавшие тяжесть исходов этой инфекции в Индии, где уровни загрязнения воздуха фракциями аэрозолей PM_{2,5} оказались в тесной корреляции с показателями летальности от COVID-19 [49]. Этот кумулятивный эффект имеет вполне объяснимый патогенетический механизм, поскольку выраженная гиперцитокинемия (циткиновый шторм), которая лежит в основе высокой летальности от COVID-19, может многократно усиливаться пролиферацией и повышенной активностью Т-лимфоцитов и макрофагов с выбросом в ткани воспалительных цитокинов при воздействии химических раздражителей, в т. ч. и тонких фракций аэрозолей, как было отмечено в разделе «Иммунодефициты».

Влияние загрязнения воздуха микрочастицами на репродуктивное здоровье населения и демографические процессы

Сложившаяся в настоящее время ситуация с резким ростом показателей преждевременной смертности, падением рождаемости и беспрецедентно высокой естественной убылью населения в РФ в целом характеризуется как глубокий демографический кризис [32]. Показатели смертности населения превышают рождаемость в 1,7 раза. За 2017–2019 гг. снижение численности населения наблюдалось в 59 из 85 субъектов РФ [33]. При этом в динамике рождаемости еще до пандемии COVID-19 с июля 2014 г. сформировался очевидный тренд к резкому снижению численности новорожденных детей.

При этом среди субъектов РФ регионы, отнесенные к Арктической зоне, имеют наиболее выраженные признаки демографического кризиса. Рост населения в этой зоне за последние 30 лет показал только Ямало-Ненецкий АО, но и его можно назвать символическим: с 500 до 550 тыс. чел. В остальных регионах Арктики отмечается катастрофическая депопуляция. К примеру, население Магаданской области уменьшилось с 550 до 150 тыс. чел., Мурманской — с 1150 до 750 тыс. чел., Архангельской — с 1550 до 1150 тыс. чел., Коми — с 1250 до 850 тыс. чел., Якутии (Саха) — с 1100 до 950 тыс. чел., Чукотского АО — с 150 до 50 тыс. чел., Камчатского края — с 500 до 30 тыс. чел. [35].

Принято считать, что основные причины сокращения численности населения определяются социально-экономическими и поведенческими факторами риска, а также низкой доступностью медицинской помощи, на что и сделан основной упор при разработке государственной политики в этой сфере. При этом основными мерами, направленными на увеличения рождаемости, являются преимущественно монетарные методы мотивации к рождению более чем одного ребенка. Между тем известно, что в наибольшей степени на показатель ожидаемой продолжительности жизни оказывают перинатальная и младенческая смертность (из-за огромного уровня недожитых лет).

Среди причин высокой перинатальной смертности существенную роль играют средовые факторы риска, в т. ч. и загрязнение воздуха микрочастицами, вредное действие которых, как показали результаты недавно выполненных исследований, сопровождается высоким риском репродуктивных потерь, связанных с плацентарной недостаточностью [50], неблагоприятными исходами беременности и нарушениями развития плода [36].

Исследования в области вредного влияния микрочастиц, загрязняющих окружающую среду, на репродуктивное здоровье и оценка социально-экономического ущерба, связанного с этим воздействием, крайне ограничены и представлены в основном несколькими экспериментальными моделями на лабораторных животных. Однако выполненные нами исследования в районах размещения горнодобывающей промышленности в АЗРФ свидетельствуют о настоятельной необходимости разработки этой малоизученной проблемы, поскольку существенный вклад в формирование кризисных явлений в демографическом развитии региона вносит высокий уровень фетоинфантильных потерь, которые обусловлены преимущественно увеличением частоты нарушений течения и неблагоприятных исходов беременности у женщин, подвергавшихся пренатальному воздействию аэрозольных загрязнений воздуха в процессе труда на открытой территории [37].

Микроскопический размер наночастиц придает им уникальные характеристики биораспределения и, следовательно, появление биологических эффектов, которые радикально отличаются от эффектов, связанных с более крупными частицами. Прежде всего это относится к способности микрочастиц проникать через биологические барьеры, в т. ч. клеточные мембраны, и вызывать нарушения репродуктивной системы и развития плода. Установлено, что эти частицы в значительном количестве проникают в яичники, семенники и в зародыши у грызунов, могут оказывать фатальное влияние как на мужскую, так и на женскую репродуктивную функцию. Воздействие микрочастиц на организм матери во время беременности или кормления грудью также может отрицательно повлиять на плод или здоровье потомства [38].

Очевидно, что социально-экономический ущерб от воздействия на экосистемы и здоровье населения районов Арктики биотоксинов и возбудителей опасных инфекций, способных распространяться биологическими путями, до настоящего времени в полной мере не оценен. При этом низкотемпературная среда способна существенно увеличивать риски неблагоприятных последствий для здоровья населения и экономики таких районов, характеризующихся крайне низким потенциалом самоочищения окружающей среды от загрязнений.

Другие потенциальные эффекты для здоровья населения, связанные с загрязнениями воздуха

Кроме прямого вредного воздействия загрязнений от углеводородных ДВС на здоровье населения, необходимо также учитывать их не прямые эффекты, которые реализуются через изменения климата (в т. ч. в результате таяния многолетнемерзлых грунтов и ледников), штормы, наводнения, кислотные атмосферные осадки, опустынивание земель, лесные пожары и т. п.

Известно, что неполное сгорание углеводородного моторного топлива внутри двигателей сопровождается выделением в атмосферу первичных загрязнителей таких, как окись углерода (CO), недоокисленные углеводороды (HC), оксиды азота (NO_x), оксиды серы (SO_x) и твердые частицы. Группы этих загрязнителей играют важную роль в глобальном потеплении и изменении климата. Первоначально загрязнение воздуха считалось локальной проблемой (влияющей на качество воздуха, здоровье населения, экосистему, штормы, засуху и т. д.). Но позже массовое загрязнение атмосферного воздуха выбросами ДВС было признано глобальным вызовом (кислотные осадки, парниковый эффект, изменение климата и истощение стратосферного озона и т. д.). Поэтому потребовалось разработать неотложные меры по их предотвращению, что определяет в настоящее время приоритетную международную повестку как в ООН, так и в большинстве других межгосударственных и общественных организациях [39].

Обсуждение результатов и основные выводы

Очевидно, что широкое использование тяжелого углеводородного топлива для ДВС является одним из ведущих источников антропогенного загрязнения атмосферного воздуха и связанных с ним тяжелых последствий для здоровья населения, работающего или проживающего в районах интенсивных транспортных загрязнений воздуха.

Несмотря на то, что такие ДВС повсеместно используются в различных областях социально-экономической деятельности человека (транспорт, сельское хозяйство, электроэнергетика, промышленность, оборона и т. д.), причиняемый их выбросами вред окружающей природной среде и здоровью человека настоятельно требует их замены на менее вредные или безвредные виды двигателей для транспортных средств, что в настоящее время стало одним из важнейших приоритетов международной повестки.

Наиболее радикальный переход к транспортной мобильности с нулевым уровнем углеродных выбросов демонстрирует Еврокомиссия, которая 14 июля 2021 г. приняла пакет предложений по приведению политики ЕС в области климата, энергетики, землепользования, транспорта и налогообложения для сокращения чистых выбросов как минимум на 55 % к 2030 г. по сравнению с уровнями 1990 г. Достижение сокращений углеродных выбросов в следующем десятилетии имеет решающее значение для того, чтобы Европа стала первым в мире климатически нейтральным континентом к 2050 г. и претворила в жизнь «Европейский зеленый курс» (A European Green Deal). В целях реализации этих предложений Еврокомиссия подготовила законодательные инструменты для достижения заявленных целей, согласованных в Европейском климатическом законе, которые призваны коренным образом трансформировать экономику и общество во имя будущего, требуя, чтобы средние выбросы новых автомобилей снизились на 55 % с 2030 г. и на 100 % — с 2035 г. по сравнению с уровнями 2021 г. В результате этого все новые автомобили, зарегистрированные с 2035 г., будут реализовываться только при условии отсутствия вредных выбросов при их эксплуатации [40].

Принимая во внимание, что Россия является одним из крупнейших экспортеров углеводородов в ЕС, это решение потребует существенной корректировки экспортной политики, а также расширения производства безуглеродных видов моторного топлива и других экспортных продуктов. Программа Еврокомиссии по борьбе с изменением климата затронет, по оценке Минэкономразвития России, поставки из РФ стали, алюминия, труб, электроэнергии и цемента общим объемом 7,6 млрд долл. США в год.

Вместе с тем эти радикальные планы Еврокомиссии потребуют значительного времени для их полного воплощения, по крайней мере от 15 до 30 лет. А для других стран-импортеров углеводородов из России решение этой задачи может оказаться вообще непосильным. В переходный период применение газомоторного топлива для транспортных средств, скорее всего, окажется приемлемой альтернативой, обеспечивающей достижение существенного сохранения здоровья населения, увеличения ожидаемой продолжительности жизни и ее качества.

Выполненный нами критический анализ имеющихся доказательств, основанных исключительно на статистических показателях заболеваемости населения, подвергающегося воздействию атмосферных загрязнений, где микрочастицы играют одну из наиболее существенную ролей в возникновении нарушений здоровья при использовании углеводородного моторного топлива, не позволяет, в силу целого ряда причин, достоверно оценить ожидаемое снижение частоты и распространенности ассоциированных с этими загрязнениями заболеваний при реализации амбициозных программ по достижению углеродной нейтральности экономик. Основными проблемами для медицинских работников, оказывающих первичную медицинскую помощь населению, являются существующие серьезные недостатки в диагностике, учете, регистрации заболеваний, потенциально связанных с загрязнениями воздуха микрочастицами, из-за недоступности информации о составе и уровнях таких загрязнений в объектах окружающей среды. Большое значение имеют также такие факторы, как низкая осведомленность населения о рисках возникновения конкретных заболеваний при воздействии наноаэрозольных загрязнений, поздняя обращаемость при их возникновении, а также длительные сроки развития патологических процессов, вызываемых экспозицией к этим загрязнениям, например, злокачественные новообразования, ХОБЛ, атеросклероз и др.

Есть веские основания для разработки и применения предиктивных технологий оценки вредного влияния различных видов загрязнений на здоровье человека, которые основаны на определении специфических маркеров риска, позволяющих доказательно предвидеть возможность возникновения будущих болезней, которые имеют причинную связь с воздействием отдельных видов наноразмерных частиц на организм человека.

ГЛАВА 3. ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЯХ ГРАДООБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА, А ТАКЖЕ В ГОРОДАХ КИРОВСК, АПАТИТЫ, МОНЧЕГОРСК

Введение

На фоне меняющейся демографической ситуации на Кольском Севере происходят значительные «качественные» изменения в состоянии здоровья населения. Результаты исследований многих научных коллективов позволяют утверждать, что основной трудностей сохранения здоровья северян является влияние экстремальных климатогеографических условий высоких широт, которые делают организм человека более чувствительным к социальным и экономическим коллизиям [1, 7, 51].

Расположение Мурманской области севернее полярного круга создает обусловленные физико-географическими факторами сложности в организации условий труда и быта населения, соответствующих физиологическому равновесию со средой. Высокая метеорологическая активность отрицательно сказывается на функциях всех органов и систем человеческого организма, необычность периодики дня и ночи вызывает ряд физиологических срывов, своеобразие геохимического состава почв и вод также не может быть безразличным для человека. Высокая миграция населения создает в его составе значительную прослойку лиц, находящихся в состоянии акклиматизации и адаптации, а активная сезонная миграция способствует распространению реакклиматизационных процессов [52, 53].

Непредуманность социально-экономических преобразований в регионах Севера привела к значительному росту заболеваемости и смертности, связанных прежде всего с увеличением стрессовых воздействий на людей. Хронические заболевания у пришлого населения Заполярья возникают на 8–10 лет раньше, отмечается преждевременное старение, а продолжительность жизни сокращается на 10–15 лет. Более того, после проживания на Севере более 15–20 лет пришлое население приобретает негативные качества здоровья, которые сужают адаптивные свойства организма и в ряде случаев не позволяют безболезненно осуществить обратную миграцию в более комфортабельные географические зоны [8, 31].

Материалы и методы

В качестве базы настоящего исследования взяты административно-территориальные образования Мурманской области, имеющие в качестве градообразующих предприятия горнодобывающего (обогачительного, перерабатывающего) и металлургического комплексов (ГДМК). К таким административно-территориальным образованиям относятся города Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорский, Ловозерский и Печенгский районы.

Анализ медико-демографических процессов выполнен за период с 1989 по 2015 гг.; 1989 год взят в качестве исходного для сравнения дальнейших изменений по причине того, что он явился годом переписи населения последней в СССР. Кроме того, конец 1980-х гг. характеризует в нашей стране конец одной социально-экономической формации и переход в 1990-х гг. к другой; 1999 и 2009 гг. взяты для сравнения как 10-летние интервалы от исходного 1989 г. Последние 5 лет с 2011 по 2015 гг. исследованы с целью выявления изменений тенденций в медико-демографической ситуации, сложившихся в последние годы на Кольском Севере [54–68].

Для характеристики частоты возникновения и распространения заболеваний населения используется форма федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения». Однако при оценке показателей заболеваемости по обращаемости необходимо учитывать факторы, определяющие ее уровень. Заболеваемость по обращаемости не отражает истинную распространенность заболеваний. Из самого названия «заболеваемость по обращаемости» следует, что говорить об истинном размере изучаемого явления не представляется возможным, т. к. сама обращаемость населения в амбулаторно-поликлинические учреждения зависит от множества условий. В первую очередь следует учитывать медицинскую активность населения, которая зависит как от особенностей индивидуума, так и от сложившихся стереотипов поведения населения в отношении к своему здоровью и здоровью окружающих. Во многом уровень обращаемости определяет доступность медицинской помощи, характеризующуюся возможностью попасть на прием к врачу первичного звена, быстро и качественно получить консультации необходимых специалистов, провести диагностические исследования. На заболеваемость по обращаемости влияет квалификация врачей и уровень развития диагностической базы учреждения здравоохранения. Также следует учитывать возможность обращения населения в негосударственные учреждения здравоохранения. Существенное влияние на уровень заболеваемости оказывает постановка учета заболеваний, автоматизация процесса учета и обработки информации о них, используемое для этого программное обеспечение. Несмотря на недостаточную информативность сведений о заболеваемости по обращаемости, в условиях отсутствия альтернативных источников данных о состоянии здоровья населения в данной работе использованы сведения об общей заболеваемости взрослого населения 18 лет и старше за период с 1989 по 2015 гг. Учитывая, что на протяжении исследуемого отрезка времени отчетная форма № 12 периодически изменялась, для изучения динамики заболеваемости взяты только те классы заболеваний и нозологические формы, которые присутствовали в этом отчете все изучаемые годы.

Результаты исследования

По данным официальной статистики установлено, что за период с 1989 по 2015 гг. общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК также, как и в целом по Мурманской области, имеет выраженную тенденцию к росту [54–59, 69–71] (рис. 10).

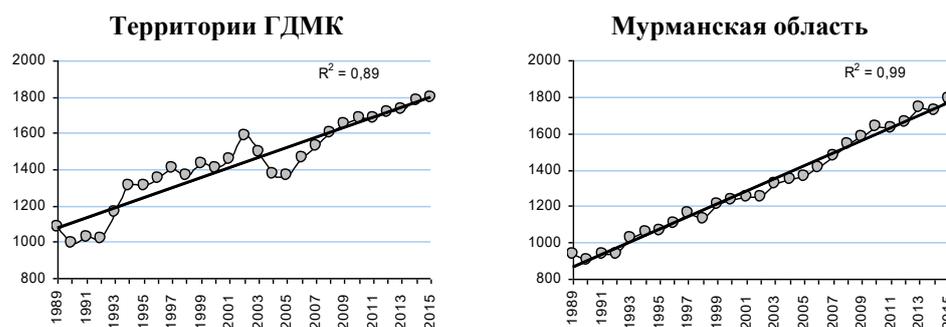
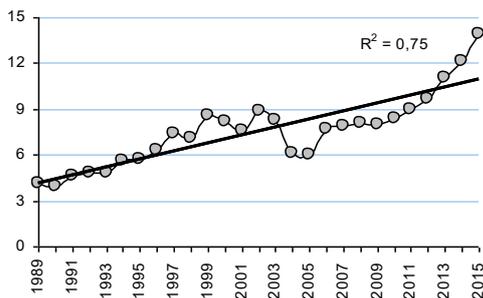


Рис. 10. Динамика общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг., итого по всем болезням (%)

Из 14 классов заболеваний по 11 имеется тенденция к росту общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК. Отсутствует динамика к изменению заболеваний инфекционными и паразитарными болезнями (рис. 11). Тенденция к снижению заболеваемости взрослого населения в территориях ГДМК

Территории ГДМК
Болезни крови и кроветворных органов



Мурманская область
Болезни крови и кроветворных органов

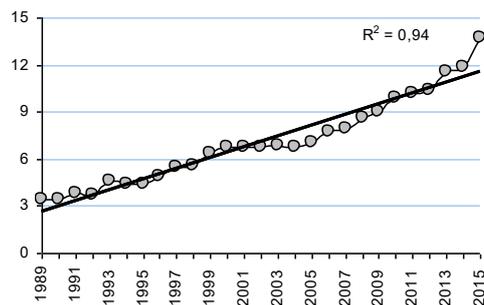
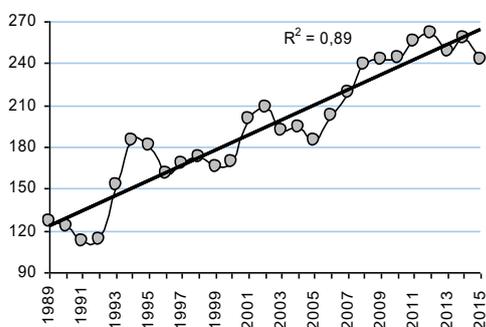


Рис. 14. Динамика болезни крови и кроветворных органов взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

Территории ГДМК
Болезни нервной системы и органов чувств



Мурманская область
Болезни нервной системы и органов чувств

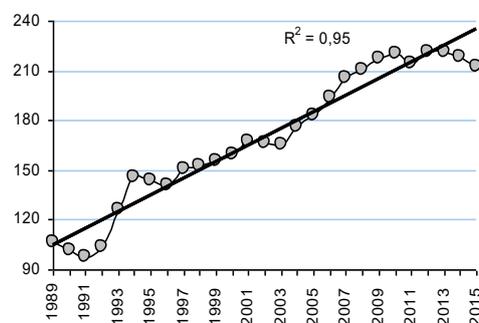
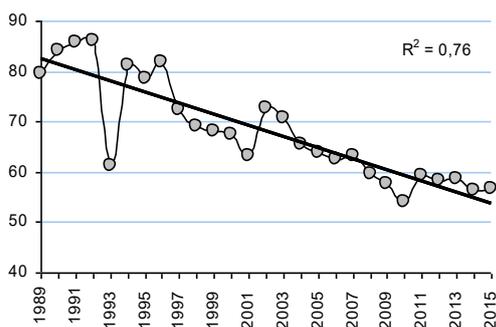


Рис. 15. Динамика болезни нервной системы и органов чувств взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

Территории ГДМК
Психические расстройства и расстройства поведения



Мурманская область
Психические расстройства и расстройства поведения

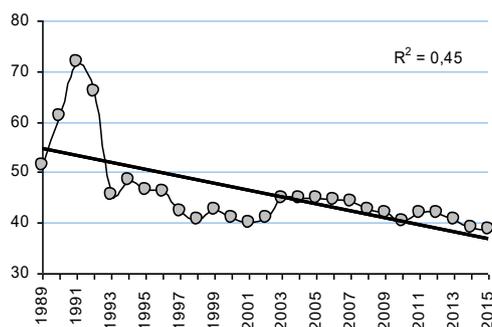


Рис. 16. Динамика болезни психических расстройств и расстройств поведения взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

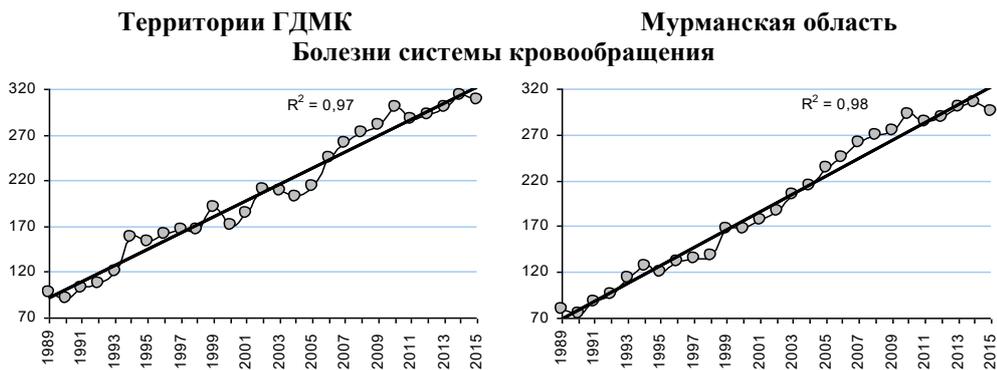


Рис. 17. Динамика болезни системы кровообращения взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

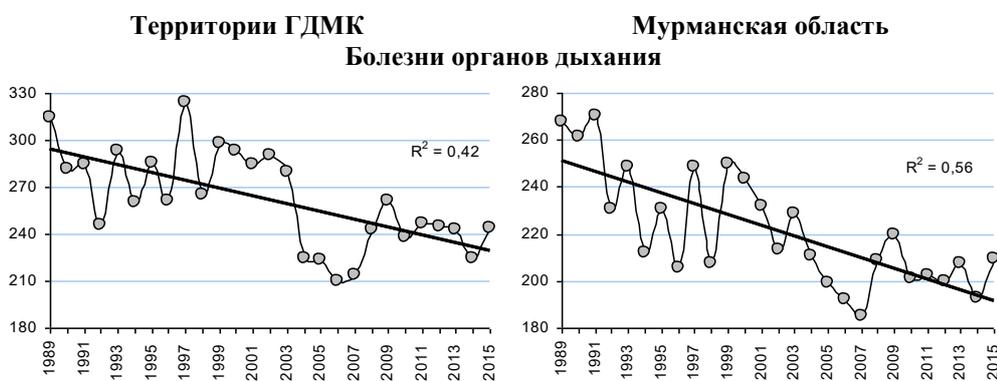


Рис. 18. Динамика болезни органов дыхания взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

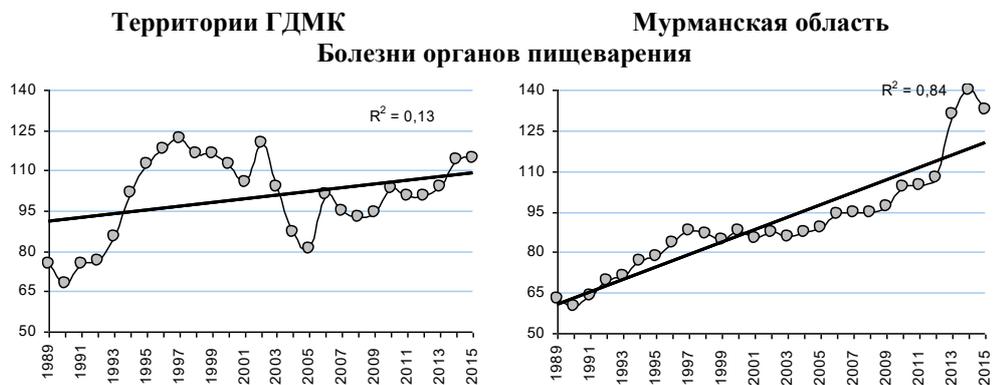


Рис. 19. Динамика болезни органов пищеварения взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

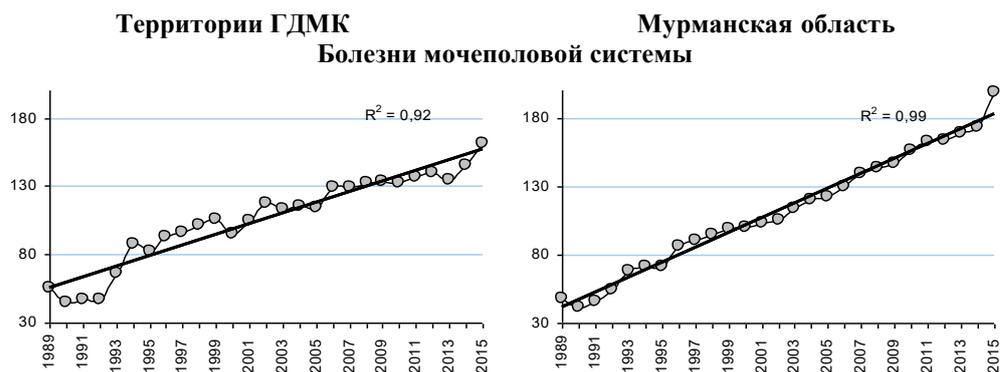


Рис. 20. Динамика болезни мочеполовой системы взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

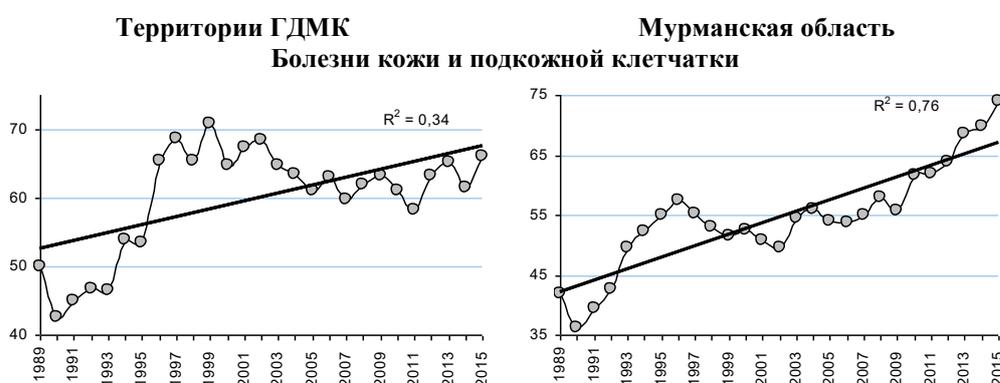


Рис. 21. Динамика болезни кожи и подкожной клетчатки взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

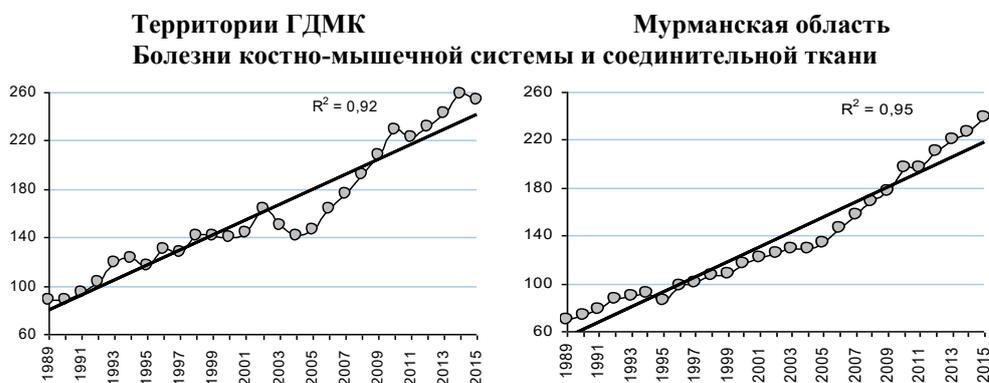


Рис. 22. Динамика болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

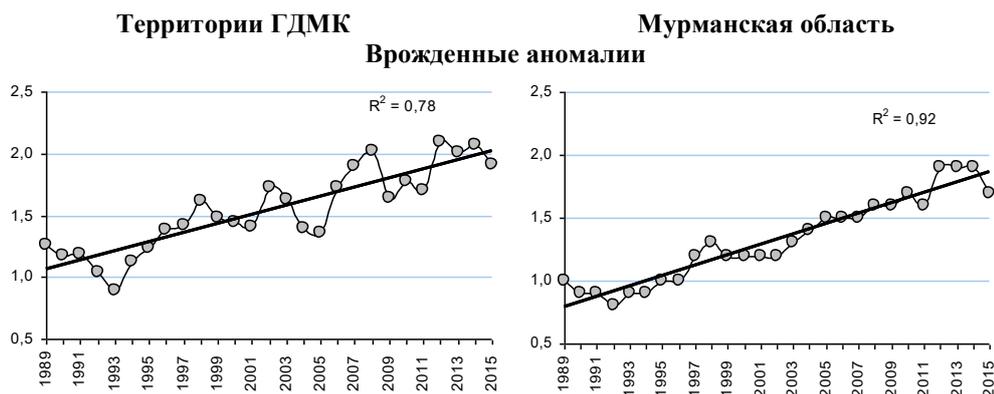


Рис. 23. Динамика врожденных аномалий взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

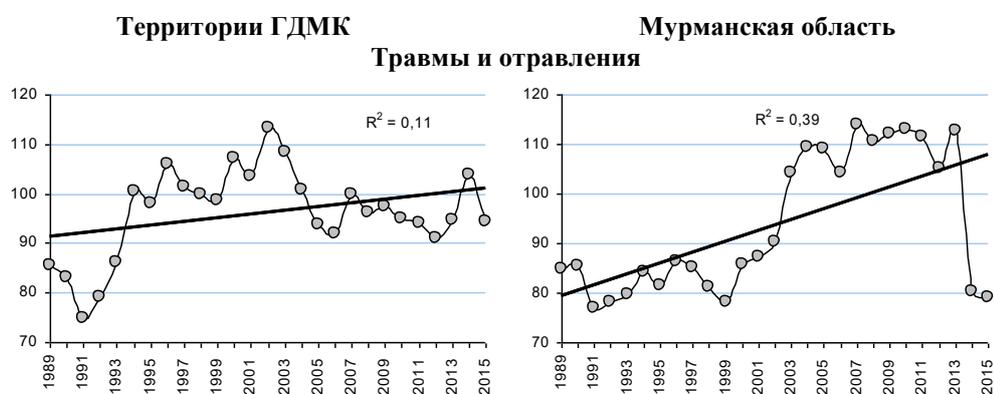


Рис. 24. Динамика травм и отравлений взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. в разрезе отдельных классов

Выраженная тенденция к росту (коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 > 0,7$) за анализируемый период среди взрослого населения территорий ГДМК зарегистрирована по следующим классам болезней: новообразования; болезни эндокринной системы, крови и кроветворных органов, нервной системы и органов чувств, системы кровообращения, мочеполовой системы, костно-мышечной системы и соединительной ткани; врожденные аномалии. Тенденцию к росту средней силы ($0,3 < R^2 < 0,7$) имеют заболевания кожи и подкожной клетчатки. Слабая тенденция к росту ($R^2 < 0,3$) зафиксирована по болезням органов пищеварения, травмам и отравлениям [69].

Среди отдельных групп и нозологических форм заболеваний, сопоставимых за период с 1989 по 2015 гг., тенденцию к росту у взрослых на территориях ГДМК имеют сахарный диабет ($R^2 = 0,85$), ожирение ($R^2 = 0,51$), анемии ($R^2 = 0,56$), эпилепсия ($R^2 = 0,90$), болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением ($R^2 = 0,92$), ишемические болезни сердца ($R^2 = 0,96$), в т. ч. стенокардия ($R^2 = 0,87$) и острый инфаркт миокарда ($R^2 = 0,63$), цереброваскулярные болезни ($R^2 = 0,89$), бронхиальная астма ($R^2 = 0,99$), болезни поджелудочной железы ($R^2 = 0,89$), мочекаменная болезнь ($R^2 = 0,61$).

Одновременно зарегистрирована выраженная тенденция к снижению некоторых групп и нозологических форм заболеваний за 1989–2015 гг.: хронический отит ($R^2=0,89$), хронические ревматические болезни сердца ($R^2=0,95$), хронический бронхит ($R^2=0,78$).

Учитывая колебания уровней заболеваемости в отдельные годы, для оценки темпа прироста заболеваемости применен метод сглаживания рядов путем укрупнения сравниваемых периодов. Проведен анализ изменения общей заболеваемости взрослого населения в периоды 1989–1990 гг., 1999–2000 гг., 2009–2010 гг. и 2014–2015 гг.

Установлено, что за период с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК увеличилась на 72,5 %. При этом наибольший прирост заболеваемости отмечен за десятилетний период с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг. (+37 %). В последующие 10 лет с 1999–2000 гг. по 2009–2010 гг. общая заболеваемость выросла на 17 %, а с 2009–2010 гг. по 2014–2015 гг. отмечен рост на 7,5 %. В большинстве территорий ГДМК максимальный прирост заболеваемости за изучаемый период также отмечен в первое десятилетие с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг. В г. Кировске темп прироста общей заболеваемости взрослых был на одном уровне в первое и второе десятилетия изучаемого промежутка времени. В целом по Мурманской области в первое и второе десятилетия исследуемого периода темп прироста общей заболеваемости взрослого населения был приблизительно на одном уровне: с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг. — +32,7 %, с 1999–2000 гг. по 2009–2010 гг. — +31,3 %. Последние 5 лет, с 2009–2010 гг. по 2014–2015 гг., прирост составил +9,4 % (табл. 5) [54–59].

Таблица 5

Динамика общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг., итого по всем заболеваниям (‰)

Территории	1989–1990			1999–2000			2009–2010			2014–2015			Темп прироста с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг.
		±			±			±		±			
Мурманская обл.	923,1	±	0,2	1225,4	±	0,5	1608,7	±	1,1	1760,4	±	1,3	+90,7 %
Итого по ГДМК	1039,1	±	0,3	1420,6	±	1,4	1668,2	±	2,1	1792,6	±	2,5	+72,5 %
г. Апатиты	834,3	±	1,1	1347,2	±	2,6	1892,4	±	5,3	1939,7	±	5,6	+2,3 раза
г. Кировск	1268,2	±	2,6	1466,0	±	4,2	1696,0	±	6,1	1831,8	±	7,2	+44,4 %
г. Мончегорск	1233,9	±	2,0	1698,5	±	4,3	1721,4	±	5,0	1754,1	±	5,3	+42,2 %

По классу «Некоторые инфекционные и паразитарные болезни» также максимальный прирост был зарегистрирован в 1990-х гг. с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг. и составил по территориям ГДМК +65 %, по Мурманской области — +50 %. В последующие периоды с 1999–2000 гг. по 2009–2010 гг. и далее по 2014–2015 гг. распространенность инфекционных заболеваний продолжала сокращаться как в территориях ГДМК, так и в целом по Мурманской области. Однако уровень 2014–2015 гг. все равно остался выше, чем в 1989–1990 гг. по территориям ГДМК на 6,4 %, по Мурманской области — на 8,4 %.¹

По классу «Новообразования» высокий темп прироста наблюдался и в 1990-х, и в 2000-х гг. и последние 5 лет. В первое десятилетие изучаемого периода с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг. отмечен максимальный прирост их общей заболеваемости: +79 % — по территориям ГДМК и +89 % — по Мурманской области. В последующие 10 лет темп прироста несколько снизился, но остался на высоком уровне: +35 % — по территориям ГДМК и +57 % — по Мурманской области. В период с 2009–2010 гг. по 2014–2015 гг. темп прироста общей заболеваемости взрослого населения новообразованиями оставался высоким: +33 % по — территориям

¹ Динамика общей заболеваемости взрослого населения отдельных территорий ГДМК и Мурманской области в целом за 1989–1990 гг., 1999–2000 гг., 2009–2010 гг. и 2014–2015 гг. в разрезе отдельных классов и нозологических форм заболеваний приведена в Приложении 1.

ГДМК и +39 % — по Мурманской области. Всего за весь изучаемый период времени с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. общая заболеваемость взрослых новообразованиями увеличилась в территориях ГДМК в 3,2 раза, в Мурманской области — в 4,1 раза (рис. 25).

Общая заболеваемость взрослого населения состояниями класса «болезни эндокринной системы, нарушения питания и обмена веществ» с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. выросла в территориях ГДМК в 3,9 раза, в Мурманской области — в 5,2 раза (рис. 26).

Динамика общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг. (‰) предоставлена в Приложении 1. Сравнительные данные общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК, Мурманской области и РФ в 2014–2015 гг. (‰) предоставлены в Приложении 2.

Максимальный прирост заболеваемости болезнями эндокринной системы отмечен за 10 лет с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг., составивший +89 % в территориях ГДМК и 2,1 раза в Мурманской области. Последующие годы изучаемого периода темп прироста несколько замедлился, но по-прежнему был высоким: в территориях ГДМК с 1999–2000 гг. по 2009–2010 гг. — +70 %, с 2009–2010 гг. по 2014–2015 гг. — +25 %; в Мурманской области — +89 и +30 % соответственно.

Среди отдельных нозологических форм обращает внимание динамика общей заболеваемости с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. сахарным диабетом, рост которой отмечен во всех территориях ГДМК со средним приростом +2,5 раза, в Мурманской области — +2,8 раза. Рост общей заболеваемости взрослых тиреотоксикозом за этот период составил +2,0 раза в территориях ГДМК и +2,4 раза — в Мурманской области. При этом максимальный прирост общей заболеваемости сахарным диабетом и тиреотоксикозом отмечен не в первое десятилетие изучаемого периода, а в 1999–2000 гг. — 2009–2010 гг. Учитывая отсутствие сведений об общей заболеваемости ожирением в начальные годы изучаемого периода, была оценена динамика за период с 1999–2000 гг. по 2014–2015 гг. Установлен значительный рост распространенности ожирения среди взрослого населения всех территорий ГДМК.

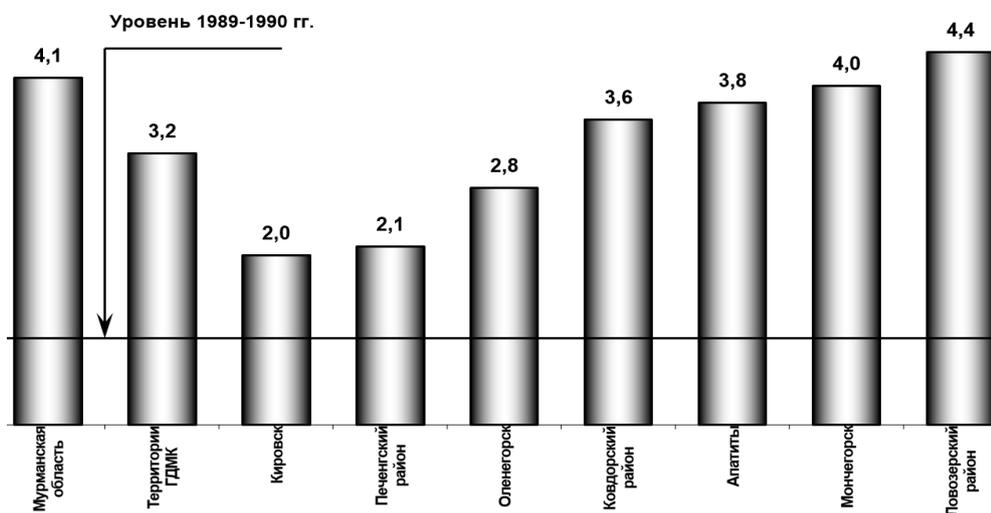


Рис. 25. Динамика общей заболеваемости взрослых новообразованиями в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

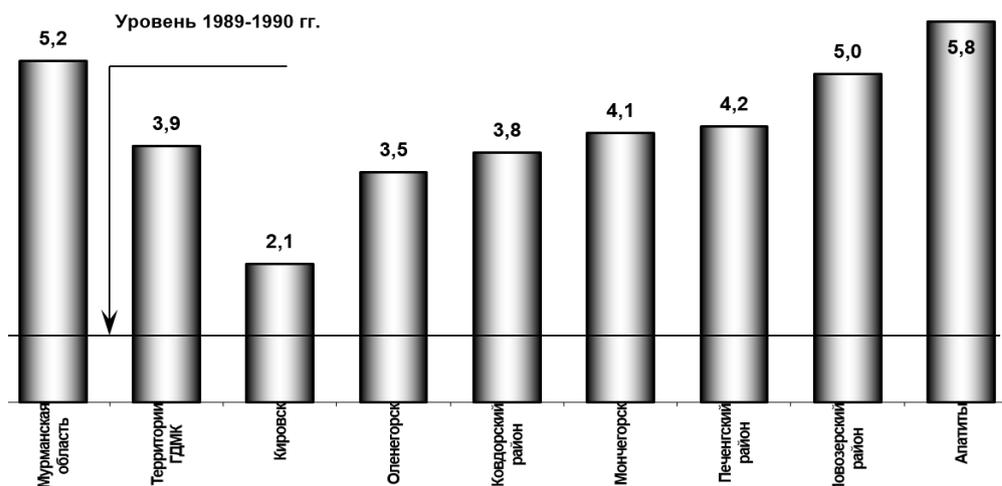


Рис. 26. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями эндокринной системы в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

По классу «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» за период с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. рост общей заболеваемости составил в территориях ГДМК 3,2 раза, в Мурманской области — 3,8 раза. Максимальный прирост по этому классу заболеваний отмечен в первое десятилетие изучаемого периода с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг., составивший в территориях ГДМК +2,1 раза, в Мурманской области — +94 % (рис. 27).

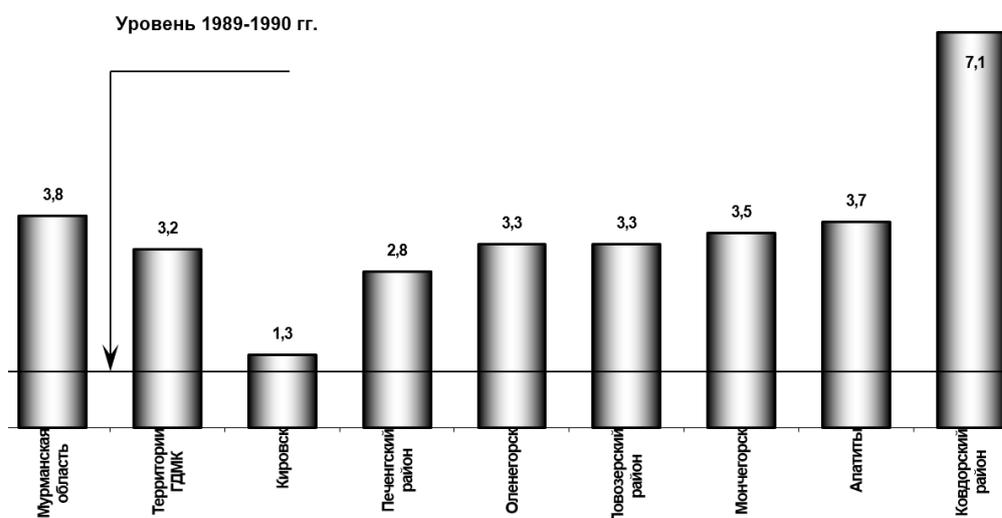


Рис. 27. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями крови, кроветворных органов и нарушениями, вовлекающими иммунный механизм, в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу).

Учитывая переход в течение изучаемого периода на новую Международную статистическую классификацию болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ-10), динамика с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. была проведена по классу в редакции предыдущего 9 пересмотра МКБ — «Болезни нервной

системы и органов чувств». Установлен рост заболеваемости в территориях ГДМК в 2,0 раза, в Мурманской области — в 2,1 раза. При этом рост заболеваемости отмечался только на протяжении 1989–1990 гг. — 2009–2010 гг. [59], а в период с 2009–2010 гг. по 2014–2015 гг. [56, 57] по классам «Болезни нервной системы», «Болезни глаза и его придаточного аппарата», «Болезни уха и сосцевидного отростка» в территориях ГДМК и в Мурманской области статистически достоверного изменения общей заболеваемости взрослого населения не зарегистрировано (рис. 28).

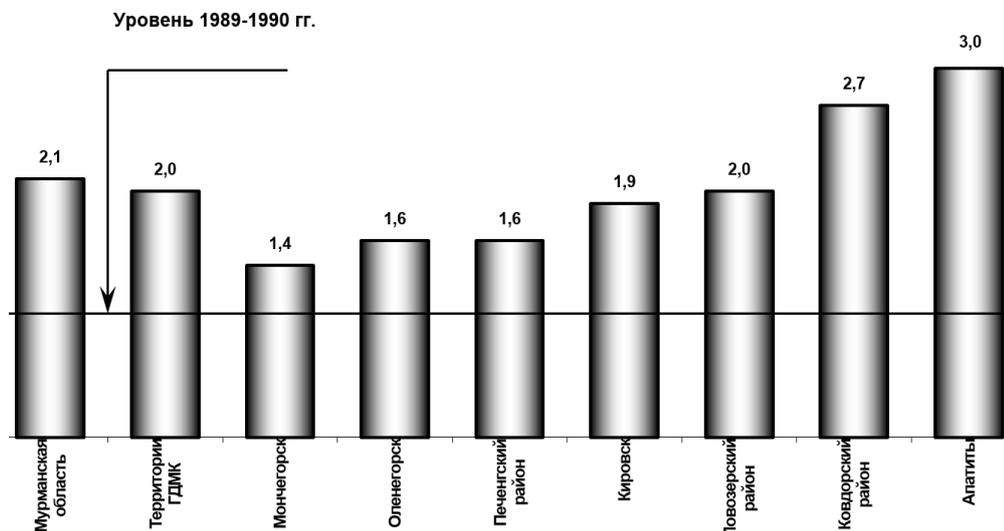


Рис. 28. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями нервной системы и органов чувств в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

Среди отдельных заболеваний нервной системы и органов чувств наблюдается разнонаправленная динамика. Общая заболеваемость эпилепсией в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. увеличилась в 5,6 раза, по Мурманской области в целом — в 5,3 раза. Также отмечается не столь выраженный рост общей заболеваемости болезнями периферической нервной системы: территории ГДМК — +82 %, Мурманская область — +22 %. Одновременно за тот же период времени в территориях ГДМК и в Мурманской области установлено сокращение общей заболеваемости взрослых миопией на 18 и 12 % соответственно, хроническим отитом — в 2,5 раза и 2,4 раза соответственно.

По классу «Психические расстройства и расстройства поведения» наиболее выраженное снижение общей заболеваемости взрослых установлено с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг., последние 5 лет по территориям ГДМК статистически достоверных изменений заболеваемости не зарегистрировано, а по Мурманской области отмечено незначительное сокращение (–5,6 %). В целом же за период с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. общая заболеваемость психическими расстройствами сократилась в территориях ГДМК и по Мурманской области на 31 % (рис. 29).

Постоянный рост общей заболеваемости в течение 1989–2015 гг. зарегистрирован по классу «Болезни системы кровообращения», с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. в территориях ГДМК общая заболеваемость взрослых увеличилась в 3,3 раза, в Мурманской области — в 3,9 раза (рис. 30).

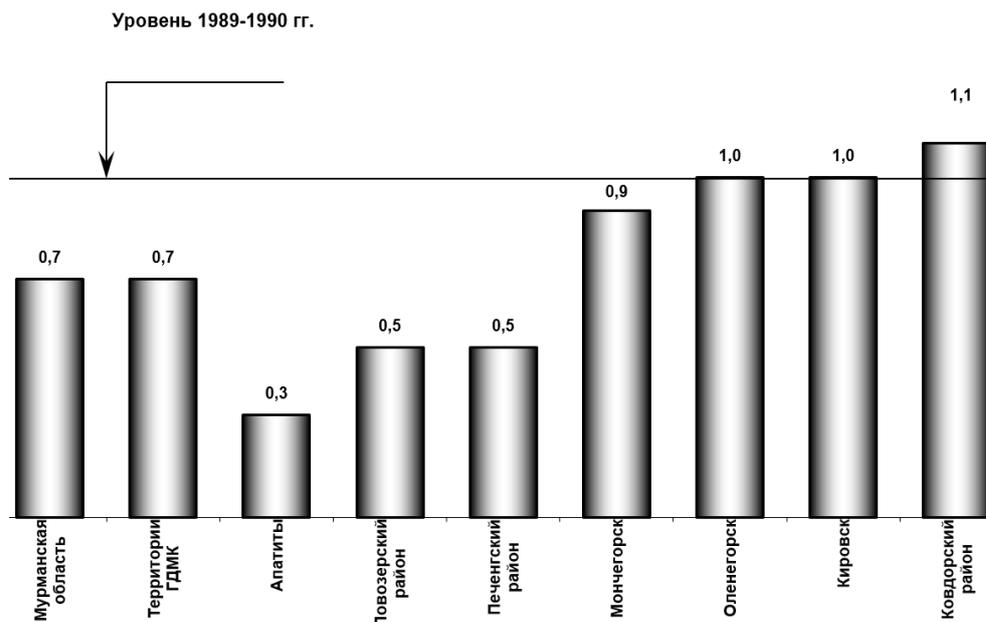


Рис. 29. Динамика общей заболеваемости взрослых психическими расстройствами и расстройствами поведения в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

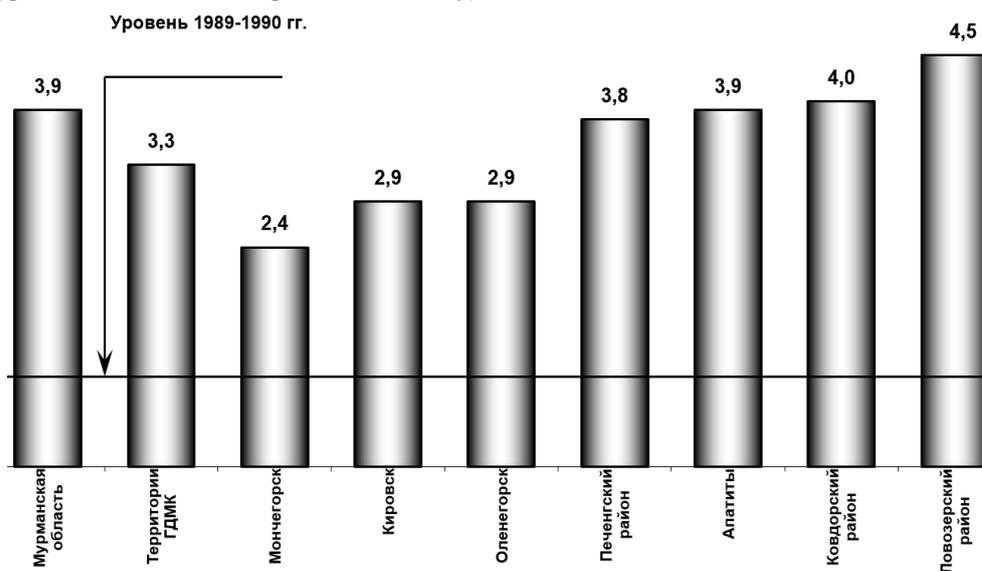


Рис. 30. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями системы кровообращения в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

Среди отдельных болезней системы кровообращения, сопоставимых за период с 1989 по 2015 гг., в основном установлена тенденция к росту заболеваемости. Единственным исключением являются хронические ревматические болезни сердца (коды I05-I09 по МКБ-10) общая заболеваемость, которыми с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. сократилась по территориям ГДМК в 4,0 раза, по Мурманской области — в 2,6 раза. Распространенность среди взрослых болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением (I10-I13), за этот период увеличилась в территориях ГДМК в 2,8 раза,

в Мурманской области в — 3,6 раза. Общая заболеваемость ишемическими болезнями сердца (I20-I25) увеличилась в 3,1 раза в территориях ГДМК и в 3,7 раза в целом по Мурманской области. Из числа ишемических болезней сердца отмечен рост общей заболеваемости взрослых с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. стенокардией — по территориям ГДМК и Мурманской области в 2,9 раза, а также острым инфарктом миокарда — по территориям ГДМК на 83 %, по Мурманской области — на 88 %. Распространенность цереброваскулярных болезней (I60-I69) за изучаемый период выросла в территориях ГДМК в 5,8 раза, в целом по Мурманской области — в 5,7 раза.

Болезни органов дыхания являются одним из немногих классов, по которому в 1989–2015 гг. отмечается сокращение общей заболеваемости взрослого населения. Учитывая, что в данный класс входят острые респираторные заболевания верхних дыхательных путей, составляющие около 70 % всех заболеваний органов дыхания, ежегодно отмечаются достаточно большие колебания заболеваемости по этому классу. Вместе с тем и в территориях ГДМК, и в целом по Мурманской области выделяется период с 2004 по 2007 гг., когда регистрировались минимальные уровни распространенности болезней органов дыхания. В целом с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. общая заболеваемость болезнями органов дыхания в территориях ГДМК сократилась на 22 %, по Мурманской области — на 24 %. Среди отдельных территорий ГДМК также отмечено сокращение общей заболеваемости болезнями органов дыхания, за исключением г. Апатиты, где отмечен рост на 23 %. Максимальный период снижения общей заболеваемости взрослых болезнями органов дыхания отмечен во втором десятилетии изучаемого периода времени — с 1999–2000 гг. по 2009–2010 гг.: –16 % — в территориях ГДМК и –15 % — в Мурманской области (рис. 31) [54–57].

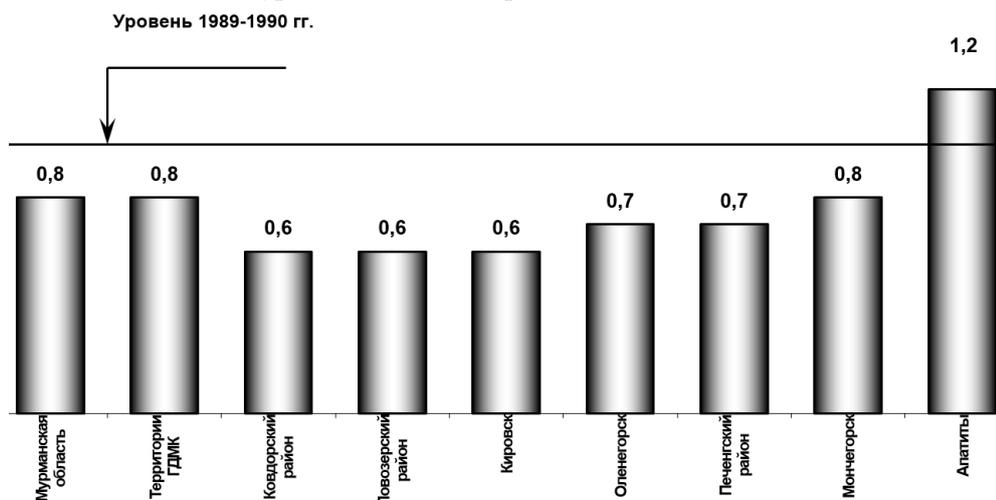


Рис. 31. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями органов дыхания в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

Динамика к снижению в территориях ГДМК также отмечается по таким сопоставимым за период с 1989 по 2015 гг. нозологическим формам как хронические болезни миндалин и аденоидов — –13 %, хронический бронхит — –44 %. Напротив, рост общей заболеваемости взрослых в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. зарегистрирован по пневмониям (+22 %) и бронхиальной астме (+6,8 раза). Особенно неблагоприятна динамика распространенности бронхиальной астмы в г. Мончегорске, где за изучаемый период отмечен рост в 17 раз, а уровень в 2014–2015 гг. выше среднего по территориям ГДМК на 81 % и в 2,1 раза выше среднего по Мурманской области.

Рост общей заболеваемости по классу «Болезни органов пищеварения» с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. отмечен во всех территориях ГДМК при среднем показателе +60 %, по Мурманской области — +2,2 раза. Наибольший темп прироста отмечен с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг.: +60 % — в территориях ГДМК и +40% — в Мурманской области. В течение следующего десятилетия в территориях ГДМК общая заболеваемость болезнями органов пищеварения сократилась на 14 %, при росте в целом по Мурманской области на 17 %. Но последние годы с 2009–2010 гг. по 2014–2015 гг. опять отмечен рост заболеваемости по данному классу в территориях ГДМК на 16 %, в Мурманской области — на 36 %. (рис. 32).

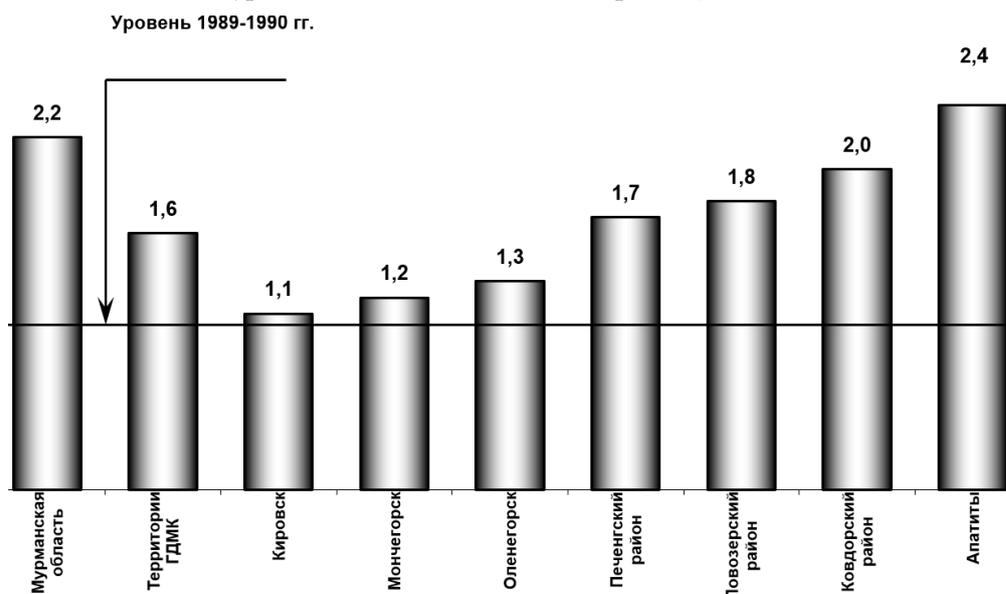


Рис. 32. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями органов пищеварения в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

В то же время с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. наблюдается снижение распространенности среди взрослого населения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки в территориях ГДМК на 20 %, в Мурманской области — на 14 %. При этом в течение первого десятилетия исследуемого периода был отмечен рост заболеваемости в территориях ГДМК на 49 %, в Мурманской области — на 41 %, но в последующие годы, вплоть до 2015 г., регистрировалось снижение заболеваемости данной нозологической формой.

Неблагоприятная динамика отмечена с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. по классу «Болезни мочеполовой системы», увеличение заболеваемости которыми в территориях ГДМК составило 3,1 раза, в Мурманской области — в 4,1 раза. Максимальный прирост общей заболеваемости за весь изучаемый период отмечен в первое десятилетие с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг. в территориях ГДМК и Мурманской области в 2,0 и в 2,2 раза соответственно. Аналогичная динамика отмечена по распространенности мочекаменной болезни с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг., рост заболеваемости которой в территориях ГДМК составил 3,3 раза, в Мурманской области — 3,6 раза. Резкий рост общей заболеваемости этой нозологической формой также отмечен в период с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг., составивший в территориях ГДМК и в целом по Мурманской области 2,8 раза (рис. 33).

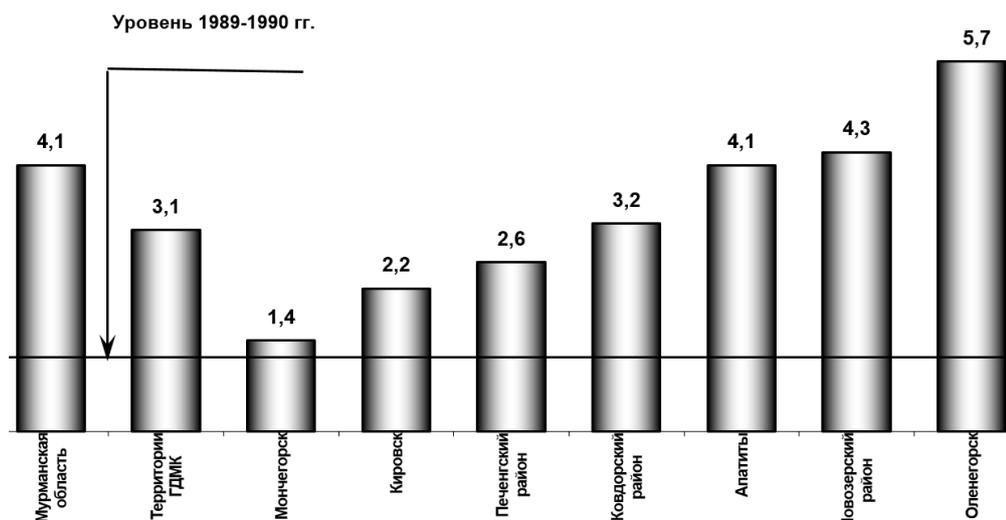


Рис. 33. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями мочеполовой системы в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

По классу «Болезни кожи и подкожной клетчатки» с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. рост общей заболеваемости составил в территориях ГДМК +38 %, в Мурманской области — +84 % (рис. 34). При этом максимальный прирост заболеваемости опять замечен в первое десятилетие изучаемого периода с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг. Распространенность контактных дерматитов и других форм экземы с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. увеличилась в территориях ГДМК в 2,2 раза, в целом по Мурманской области — на 76 %.

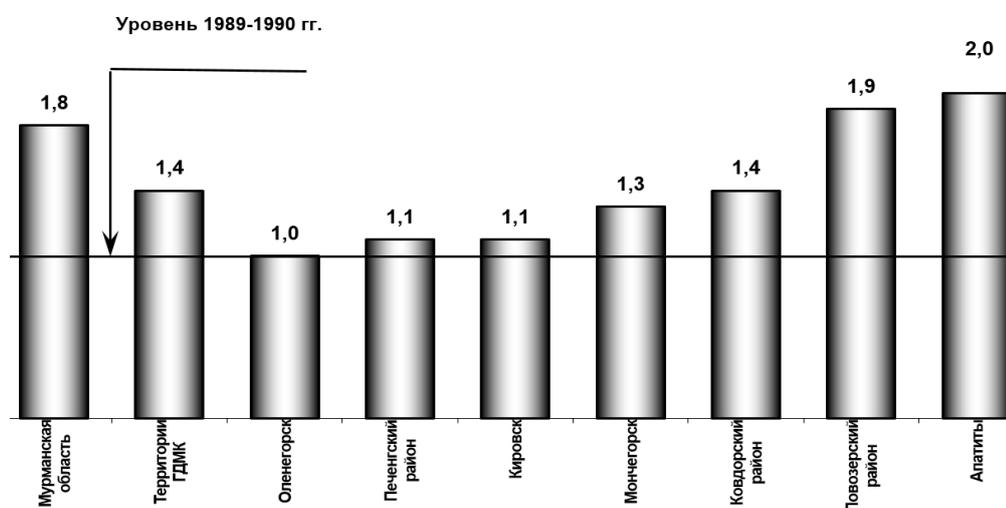


Рис. 34. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями кожи и подкожной клетчатки в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

Общая заболеваемость болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани увеличивалась равномерно на протяжении всего изучаемого периода. С 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. по этому классу зарегистрирован рост общей заболеваемости взрослого населения в территориях ГДМК в 2,9 раза, в целом по Мурманской области — в 3,3 раза (рис. 35).

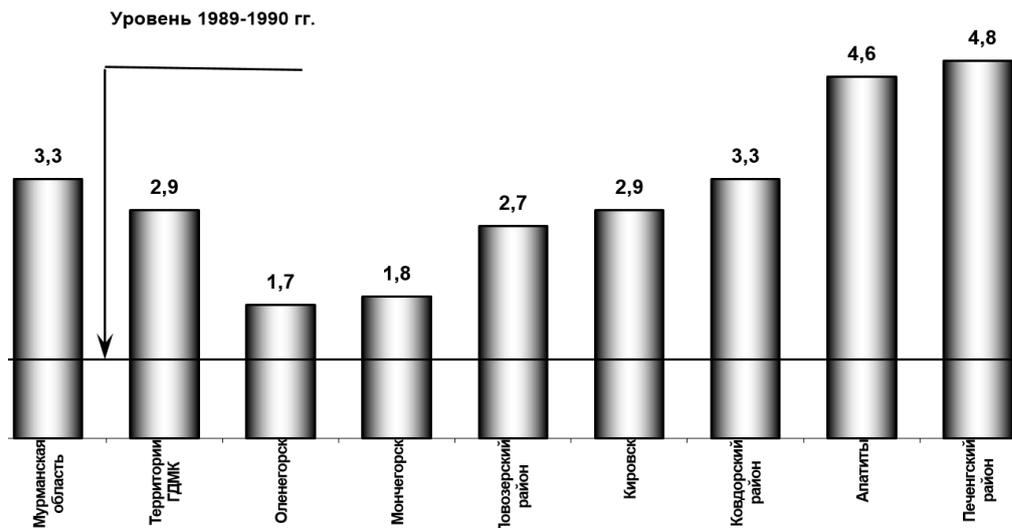


Рис. 35. Динамика общей заболеваемости взрослых болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани в территориях ГДМК с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. (уровень 1989–1990 гг. принят за единицу)

Для сравнения уровней общей заболеваемости взрослых нами взяты интенсивные показатели на 1 тыс. чел. населения средние за 2014–2015 гг. по территориям ГДМК, Мурманской области и РФ.

Установлено, что в 2014–2015 гг. общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК составила 1792,6 ‰, статистически достоверно не отличалась среднего от уровня в Мурманской области, превышала показатель по РФ на 24 %. Среди отдельных территорий ГДМК достоверное превышение среднего уровня по всем таким территориям выявлено в Ловозерском (+38 %) и Ковдорском (+9 %) районах, а также в г. Апатиты (+8 %). Достоверно ниже среднего показателя в территориях ГДМК зарегистрирована общая заболеваемость в Печенгском районе (–21 %) и г. Оленегорске (–9 %) (рис. 36) [56, 57].

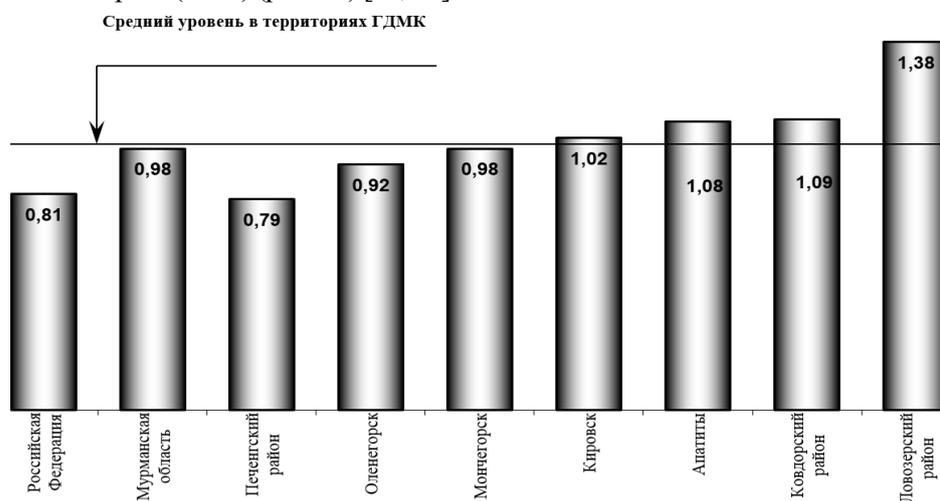


Рис. 36. Различия общей заболеваемости взрослого населения РФ, Мурманской области и отдельных территорий ГДМК в сравнении со средним уровнем в территориях ГДМК. Итого по всем болезням, 2014–2015 гг. (средний уровень в территориях ГДМК принят за единицу)

В большинстве отдельных территорий ГДМК общая заболеваемость превышает средние показатели в РФ и Мурманской области. Ниже среднего уровня в РФ в 2014–2015 гг. зарегистрирована общая заболеваемость взрослых только в Печенгском районе, ниже среднего уровня по Мурманской области — в Печенгском районе и г. Оленегорске [56, 57].

Заболеваемость некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями в территориях ГДМК превысила на 18 % средний уровень в РФ, но была на 10 % ниже показателя по Мурманской области в целом. Самые высокие уровни за 2014–2015 гг. зарегистрированы в городах Мончегорск и Апатиты, превысившие средний уровень в территориях ГДМК на 70 и 20 % соответственно.

Уровень общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК новообразованиями в 2014–2015 гг. был на 36 % выше среднего по РФ и на 20 % ниже среднего показателя в Мурманской области. Значительное отличие заболеваемости в территориях ГДМК и в целом по Мурманской области связано с традиционно высоким уровнем в г. Мурманске, который в 2014–2015 гг. превышал средний показатель по области на 35 %, что связано со сложившейся системой учета злокачественных новообразований на территории Мурманской области. Среди отдельных территорий ГДМК самые высокие уровни общей заболеваемости новообразованиями, достоверно превышавшие средний показатель в территориях ГДМК, установлены в Ковдорском (+29 %) и Ловозерском (+28 %) районах, городах Мончегорск (+22 %) и Апатиты (+17 %).

По классу «Болезни эндокринной системы, нарушения питания и обмена веществ» общая заболеваемость взрослых в территориях ГДМК выше среднего уровня в РФ на 23 %, но ниже среднего показателя в Мурманской области на 16 %. Достоверное превышение среднего уровня заболеваемости в территориях ГДМК в 2014–2015 гг. установлено в Ловозерском районе (+56 %), городах Оленегорск (+17 %) и Мончегорск (+11 %).

Общая заболеваемость тиреотоксикозом взрослого населения территорий ГДМК на 24 % превышала уровень по РФ, но на 11 % ниже среднего показателя в Мурманской области. Самые высокие уровни распространенности этой патологии в 2014–2015 гг. зарегистрированы в Ловозерском районе (выше среднего уровня в территориях ГДМК на 52 %), городах Мончегорск (выше на 44 %) и Кировск (выше на 24 %).

Уровень общей заболеваемости сахарным диабетом в территориях ГДМК в 2014–2015 гг. был выше среднего по РФ на 8,5 % и на 8 % ниже, чем по Мурманской области. Превышения показателя по РФ обеспечено за счет более высокой заболеваемости сахарным диабетом II типа (выше на 11 %) при более низком показателе заболеваемости сахарным диабетом I типа (ниже на 27 %). Самая высокая распространенность заболеваемости сахарным диабетом, достоверно превышавшая средний уровень по всем территориям ГДМК, зарегистрирована в городах Мончегорск (+25 %) и Оленегорск (+13 %), Ловозерском (+9 %) и Ковдорском (+9 %) районах.

Распространенность среди взрослого населения территорий ГДМК ожирения в 2014–2015 гг. была на 19 % ниже, чем в РФ, и на 20 % ниже, чем в среднем по Мурманской области. Среди отдельных территорий ГДМК превышение среднего уровня зарегистрировано в городах Апатиты (+24 %), Мончегорск (+17 %) и Кировск (+14 %).

Общая заболеваемость взрослых в территориях ГДМК за 2014–2015 гг. по классу «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» на 44 % превышала средний уровень в РФ и достоверно не отличалась от среднего показателя по Мурманской области. Более 80 % заболеваний данного класса составляют анемии, уровень заболеваемости которыми в территориях ГДМК

в 2014–2015 гг. был на 45 % выше, чем в РФ, и на 11 % выше, чем в Мурманской области. Уровни распространенности среди взрослых болезней крови, превышающие средний показатель по территориям ГДМК, установлены в Ковдорском (выше в 2,3 раза) и Ловозерском (выше на 74 %) районах.

По классу «Болезни нервной системы» общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК была ниже среднего показателя в РФ на 9,4 %, но выше на 5 % среднего уровня в Мурманской области. Выше среднего уровня в территориях ГДМК в 2014–2015 гг. была заболеваемость болезнями нервной системы в Ловозерском (+54 %) и Печенгском (+46 %) районах, г. Кировске (+19 %) и Ковдорском районе (+15 %). Обращает внимание превышение среднероссийского уровня общей заболеваемости взрослых эпилепсией и эпилептическим статусом в территориях ГДМК в 2,1 раза, в Мурманской области — в 2,2 раза.

Уровень общей заболеваемости среди взрослых территорий ГДМК в 2014–2015 гг. по классу «Болезни глаза и его придаточного аппарата» [69, 70] превышал средние значения по РФ на 59 %, по Мурманской области — на 24 %. Распространенность миопии среди взрослых территорий ГДМК в 2,6 раза превысила показатель в РФ и на 38 % — в Мурманской области. Общая заболеваемость взрослых территорий ГДМК катарактой превысила средний уровень по РФ на 54 %, по Мурманской области — на 38 %. Самые высокие показатели общей заболеваемости болезнями глаза отмечены в Ловозерском районе, превысившие средний уровень в территориях ГДМК в 2,0 раза, в городах Апатиты (+48 %) и Кировск (+16 %).

Общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК болезнями уха и сосцевидного отростка в 2014–2015 гг. превышала уровень по РФ на 12,4 % и достоверно не отличалась от среднеобластного показателя. Выше среднего уровня по территориям ГДМК зарегистрирована общая заболеваемость по данному классу болезней в городах Апатиты (+27 %), Мончегорск (+17 %) и Кировск (+7 %). В то же время распространенность хронических отитов среди взрослых территорий ГДМК была на 21 % ниже, чем по РФ, но также статистически достоверно не отличалась от среднего уровня в Мурманской области [69, 70].

По классу «Психические расстройства и расстройства поведения» общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК была выше средних уровней в РФ на 16 %, в Мурманской области — на 45 %. При этом показатели общей заболеваемости психическими расстройствами в 2014–2015 гг., превысившие средний уровень по территориям ГДМК, отмечены в Ковдорском районе (+57 %), городах Мончегорск (+43 %), Оленегорск (26 %) и Кировск (+10 %).

Общая заболеваемость взрослых на территориях ГДМК по классу «Болезни системы кровообращения» в 2014–2015 гг. превышала уровень по РФ на 10 %, по Мурманской области — на 4 %. Среди отдельных нозологических групп заболеваний системы кровообращения в территориях ГДМК показатели общей заболеваемости болезнями, характеризующиеся высоким кровяным давлением, превышали средние в РФ на 17 %, в Мурманской области — на 11 %. Ишемические болезни сердца у взрослого населения территорий ГДМК регистрировалась чаще, чем по РФ и Мурманской области в целом на 4 %, в т. ч. общая заболеваемость острым инфарктом миокарда превышала средние уровни в РФ на 50 %, в Мурманской области — на 24 %, повторным инфарктом миокарда — выше средних уровней в РФ на 7 %, в Мурманской области — на 6 %. Одновременно распространенность среди взрослых территорий ГДМК стенокардий была ниже, чем по РФ на 12 %, но выше, чем по Мурманской области — на 16 %. Общая заболеваемость хроническими ревматическими болезнями сердца в территориях ГДМК была на 22 % ниже средней по РФ и на 8 % средней по Мурманской области, цереброваскулярными болезнями — ниже средней по РФ на 13 %, но выше средней по Мурманской области на 9 %.

Общая заболеваемость болезнями системы кровообращения среди взрослого населения в 2014–2015 гг. превышала средний показатель по территориям ГДМК в Ловозерском районе на 58 %, в г. Кировске — на 23 %. Уровень заболеваемости хроническими ревматическими болезнями сердца превышал средний в территориях ГДМК в Ловозерском районе на 86 %, в г. Оленегорске — на 50 %. Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, регистрировались чаще в Ловозерском районе (на 68 %), в г. Кировске (на 24 %) и в Ковдорском районе (на 11 %). Ишемические болезни сердца (ИБС) встречались чаще, чем в среднем по территориям ГДМК, в г. Кировске (+53 %), в Ловозерском районе (+25 %) и в г. Апатиты (+9 %). Из числа ИБС выше среднего уровня в территориях ГДМК общая заболеваемость стенокардией в г. Оленегорске в 2,2 раза и Ловозерском районе — в 2,1 раза, острым инфарктом миокарда в городах Мончегорск (+31 %), Апатиты (26 %) и Кировск (+13 %), повторным инфарктом миокарда в городах Апатиты в 2,2 раза и Кировск — на 52 %. Цереброваскулярные болезни статистически достоверно чаще регистрировались у взрослого населения Ловозерского района (на 38 % чаще, чем в среднем по территориям ГДМК), городов Кировск (чаще на 25 %), Мончегорск (чаще на 7 %) и Оленегорск (чаще на 5 %). Выше среднего общая заболеваемость эндартериитом и облитерирующим тромбангиитом в таких территориях ГДМК, как города Кировск (+35 %), Мончегорск (+18 %), Ковдорский район (+11 %).

По классу «Болезни органов дыхания» общая заболеваемость взрослых территорий ГДМК в 2014–2015 гг. превышала средние уровни по РФ на 6 %, по Мурманской области — на 16 %. Из них пневмонии чаще регистрировались в территориях ГДМК, в сравнении с РФ, на 9 %, с Мурманской областью — на 17 %, бронхиальная астма — на 66 % чаще, в сравнении с РФ, и на 17 % чаще, в сравнении с Мурманской областью. Одновременно распространенность хронических болезней миндалин и аденоидов среди взрослого населения территорий ГДМК была на 33 % ниже, чем в РФ, и достоверно не отличалась от среднего показателя по Мурманской области. Общая заболеваемость хроническим бронхитом была ниже среднего по России уровня на 45 % и также достоверно не отличалась от среднеобластного показателя.

Среди отдельных административных территорий ГДМК в 2014–2015 гг. зарегистрированы уровни общей заболеваемости, достоверно превышающие средний уровень в территориях ГДМК:

- всего по классу «Болезни органов дыхания» — в городах Апатиты (+11 %), Мончегорск (+8 %) и Ловозерском районе (+5 %);
- хронические болезни миндалин и аденоидов — в городах Мончегорск (+70 %) и Апатиты (+15 %);
- пневмонии — в Ковдорском районе (+75 %), городах Мончегорск (+17 %) и Апатиты (+9 %);
- хронический бронхит — в Ловозерском (+2,4 раза) и Печенгском (+2,0 раза) районах;
- бронхиальная астма — в г. Мончегорске (+81 %);
- другая хроническая обструктивная легочная болезнь и бронхоэктатическая болезнь — в г. Мончегорске (+80 %), Ловозерском районе (+39 %), г. Апатиты (+7 %).

Уровень общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК в 2014–2015 гг. по классу «Болезни органов пищеварения» достоверно не отличался от РФ и был ниже на 16 % среднего значения по Мурманской области. В то же время отмечены более высокие уровни заболеваемости гастритами и дуоденитами — на 26 %, в сравнении с РФ, и на 22 %, в сравнении с Мурманской областью; язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки — на 37 %, в сравнении с РФ, и на 10 %, в сравнении с Мурманской областью; неинфекционными энтеритами и колитами — на 68 %, в сравнении

с РФ, и на 6 %, в сравнении с Мурманской областью; болезнями поджелудочной железы — выше на 31 % в сравнении с РФ, но на 12 % ниже, в сравнении с Мурманской областью. Общая заболеваемость болезнями печени в территориях ГДМК на 9 % ниже, чем в РФ, но на 6 % выше, чем в среднем по Мурманской области [69, 70].

Превышение среднего уровня общей заболеваемости по территориям ГДМК в 2014–2015 гг. по классу «Болезни органов пищеварения» зарегистрировано в Ловозерском (+29 %) и Ковдорском (+21 %) районах, г. Апатиты (+17 %). Среди отдельных нозологических форм и групп заболеваний достоверно выше среднего показателя по территориям ГДМК отмечена общая заболеваемость:

- гастритами и дуоденитами — в Ловозерском районе (+17 %), г. Мончегорске (+8 %);
- язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки — в г. Апатиты (+33 %) и Ловозерском районе (+29 %);
- неинфекционными энтеритами и колитами — в городах Апатиты (+2,1 раза) и Кировск (+96 %);
- болезнями печени — в г. Апатиты (+83 %) и Ловозерском районе (+57 %);
- болезнями поджелудочной железы — в г. Мончегорске (+61 %).

Распространенность среди взрослого населения территорий ГДМК болезней мочеполовой системы в 2014–2015 гг. превысила средний уровень по РФ на 19 %, но была на 18 % ниже, чем в среднем по Мурманской области. Гломерулярные и тубулоинтерстициальные болезни почек в территориях ГДМК встречались на 43 % чаще, чем среди взрослого населения РФ, и на 13 % реже, чем в среднем по Мурманской области. Мочекаменная болезнь регистрировалась в территориях ГДМК на 40 % чаще, чем в РФ, без достоверных различий со средними значениями в Мурманской области. Самые высокие уровни общей заболеваемости, достоверно превышающие средние уровни по территориям ГДМК, зарегистрированы в целом по классу «Болезни мочеполовой системы» в Ловозерском (+96 %) и Ковдорском районах (+34 %), г. Оленегорске (+38 %); по гломерулярным и тубулоинтерстициальным болезням почек — в Ловозерском (+71 %) и Ковдорском районах (+35 %), г. Оленегорске (+13 %), по мочекаменной болезни — в Печенгском (+24 %) и Ловозерском районах (+12 %), городах Кировск (+20 %) и Апатиты (+9 %) [1, 2].

Общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК болезнями кожи и подкожной клетчатки в 2014–2015 гг. превышала средний уровень в РФ на 27 %, но была на 11 % ниже показателя по Мурманской области. Самые высокие уровни общей заболеваемости по этому классу, достоверно превышающие средний уровень в территориях ГДМК, установлены в Ловозерском (+59 %) и Ковдорском (+36 %) районах, г. Мончегорске (+28 %) [1, 2].

Уровень общей заболеваемости лиц 18 лет и старше по классу «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани» за 2014–2015 гг. в территориях ГДМК превысил средний по России на 78 %, по Мурманской области — на 10 %. Достоверно выше среднего уровня в территориях ГДМК за этот период была общая заболеваемость в городах Кировск (+16 %), Апатиты (+7 %) и Ловозерском районе (+7 %).

Обращает на себя внимание высокая распространенность среди взрослого населения территорий ГДМК травм, отравлений и других последствий воздействия внешних причин, которые встречались в 2014–2015 гг. чаще, чем в РФ, на 17 %, и на 24 % чаще, чем в среднем по Мурманской области. Среди отдельных территорий ГДМК превышение среднего уровня отмечено в Ковдорском (+52 %) и Ловозерском (+15 %) районах, в г. Апатиты (+9 %).

Обсуждение результатов и основные выводы

Таким образом, общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК в 1989–2015 гг. имеет сильную тенденцию к росту. Он отмечен по 11 из 14 сопоставимых классов болезней. При этом отсутствовала динамика к изменению в классе «Некоторые инфекционные и паразитарные болезни». Снижение общей заболеваемости населения отмечено по классу «Психические расстройства и расстройства поведения», это в определенной степени связано с изменением законодательства и ведомственных актов по учету данной категории пациентов. Также отмечено снижение общей заболеваемости по классу «Болезни органов дыхания», подавляющую часть заболеваний которого составляют острые респираторные вирусные инфекции, включая грипп, сокращение которых можно, в некоторой степени, связать с достаточно высоким уровнем иммунизации взрослого населения, особенно в организованных коллективах предприятий ГДМК.

С 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. уровень общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК увеличился на 73 %. По большинству классов заболеваний ее рост за этот период имеет беспрецедентные значения:

- новообразования — +3,2 раза;
- болезни эндокринной системы, нарушения питания и обмена веществ — +3,9 раза;
- болезни крови и кроветворных органов — +3,2 раза;
- болезни нервной системы и органов чувств — +2,0 раза;
- болезни системы кровообращения — +3,3 раза;
- болезни мочеполовой системы — +3,1 раза;
- болезни кожи и подкожной клетчатки — +2,9 раза;
- болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани — +2,9 раза.

Наибольший прирост общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК отмечен в первое десятилетие изучаемого периода с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг. При этом по большинству классов заболеваний ее рост также отмечен в первые 10 лет. Заболеваемость по классу «Некоторые инфекционные и паразитарные болезни», общий прирост которой составил с 1989 по 2015 гг. всего 6 %, также максимально увеличилась с 1989–1990 гг. по 1999–2000 гг., а в последующий период сокращалась. Данное обстоятельство еще раз подтверждает факт того, что резкие негативные социально-экономические изменения 1990-х гг. особенно тяжело сказались именно на населении Крайнего Севера (особенно проживающем в территориях ГДМК). Исключение составили «Болезни системы кровообращения» и «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани», рост заболеваемости которыми отмечался равномерно на протяжении всего изучаемого периода с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг.

В большинстве исследуемых территорий ГДМК максимальный рост общей заболеваемости взрослого населения также зарегистрирован в первое десятилетие изучаемого периода времени. Исключение составил г. Кировск, где общая заболеваемость росла с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. приблизительно равномерно.

Выделяется крайне негативная тенденция к росту с 1989–1990 гг. по 2014–2015 гг. общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК по следующим отдельным нозологическим формам заболеваний, сопоставимым за изучаемый период:

- сахарный диабет — +2,5 раза;
- ожирение — + 3,1 раза;
- эпилепсия — + 5,6 раза;
- заболевания, характеризующиеся повышенным кровяным давлением — + 2,8 раза;
- ишемические болезни сердца — + 3,1 раза;
- цереброваскулярные болезни — + 5,8 раза;
- бронхиальная астма — + 6,8 раза;
- мочекаменная болезнь — + 3,3 раза;
- контактный дерматит и другие формы экземы — + 2,2 раза.

Общая заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК в 2014–2015 гг. превышала показатель по РФ на 24 %. Выше среднероссийского показателя была общая заболеваемость во всех изучаемых территориях ГДМК, за исключением Печенгского района. Следует иметь в виду, что в Печенгском районе проживает самое молодое население среди всех исследуемых административных территорий ГДМК, средний возраст которого в 2015 г. был на 10 % ниже, чем в среднем по РФ. Ранговое распределение отдельных территорий ГДМК по уровню общей заболеваемости взрослого населения в 2014–2015 гг. подтверждает сильную зависимость заболеваемости от среднего возраста населения.

В 2014–2015 гг. из 16 сравниваемых классов заболеваний по 15 классам заболеваемость взрослого населения территорий ГДМК превышала средние уровни в РФ. Исключение составили лишь болезни нервной системы, по которым общая заболеваемость была на 9,4 % ниже, чем по России.

Учитывая, что средний возраст населения территорий ГДМК и РФ достоверно не отличался, факт более высоких уровней общей заболеваемости взрослого населения изучаемых территорий предполагает наличие других факторов, влияющих на распространенность болезней.

Обращает внимание и требует более детального изучения факт высоких уровней распространенности некоторых классов заболеваний в отдельных территориях ГДМК за 2014–2015 гг. К их числу следует отнести некоторые инфекционные болезни в г. Мончегорске, болезни эндокринной системы в Ловозерском районе, болезни крови и кроветворных органов в Ковдорском и Ловозерском районах, болезни нервной системы в Ловозерском и Печенгском районах, болезни глаза в Ловозерском районе и г. Апатиты, психические расстройства в Ковдорском районе и г. Мончегорске, болезни системы кровообращения и мочеполовой системы в Ловозерском районе, травмы и отравления в Ковдорском районе.

Также следует обратить внимание на крайне высокие уровни общей заболеваемости отдельными нозологическими формами:

- тиреотоксикоз — г. Мончегорск;
- эпилепсия — г. Мончегорск;
- болезни периферической нервной системы — г. Мончегорск;
- ишемические болезни сердца — г. Кировск;
- в т. ч. острый инфаркт миокарда — города Мончегорск, Апатиты и Кировск;
- цереброваскулярные болезни — г. Кировск;
- бронхиальная астма, другая обструктивная легочная болезнь и бронхоэктатическая болезнь — г. Мончегорск;
- неинфекционные энтериты и колиты — города Апатиты и Кировск;
- болезни печени — г. Апатиты;
- болезни поджелудочной железы — г. Мончегорск.

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ПОТЕРИ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ ЖИТЕЛЕЙ ПЯТИ ГОРОДОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ПРИЧИНЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА МИКРОЧАСТИЦАМИ (ПЫЛЬЮ) МЕТОДОМ «ЖЕЛАНИЯ ПЛАТИТЬ» (WTP)

Введение

Экономика регионов АЗРФ основана на добыче природных ресурсов. В процессе добычи и переработки полезных ископаемых в больших количествах образуются минеральные пылевые частицы [72]. Результаты исследований российских ученых [51, 52, 73] говорят о том, что основой трудностей сохранения здоровья населения арктических территорий РФ является влияние экстремальных климатогеографических условий высоких широт, которые делают организм человека более чувствительным к социальным и экономическим стрессам. Экологическое неблагополучие, в т. ч. загрязнение воздуха, является дополнительным стрессом для организма и вносит вклад в снижение трудоспособности, снижения комфортности проживания у жителей регионов Арктики. Одним из аргументов, стимулирующих промышленные предприятия делать инвестиции в зеленые технологии для существенного снижения выбросов загрязняющих веществ, может быть требование возмещения вреда, причиняемого здоровью населения от воздействия микрочастиц.

Органами государственной власти РФ используется методология оценки ущерба, базирующаяся на определении косвенного ущерба экономике от недополучения части ВВП [74]. На ее основе абсолютный и относительный ущерб для национальной экономики определяется по системе показателей упущенной выгоды. Как мы видим, экономические оценки социально-экологических ущербов разработаны и используются для национального уровня. Адаптация инструментария оценки ущерба для регионального масштаба позволит региональным правительствам использовать предлагаемый механизм в целях местного управления.

Задачами представляемого исследования являются: обоснование методического подхода и разработка методики оценки ущерба здоровью населения от негативного влияния выбросов предприятий горнопромышленного и металлургического комплексов; формирование повестки экологической политики органов государственной власти и местного самоуправления региона по вопросам предупреждения и компенсации ущерба здоровью населения от воздействия загрязняющих веществ горнопромышленного и металлургического производств; формирование предложений горнопромышленным и металлургическим компаниям региона по формам и мерам корпоративной социальной ответственности, ориентированным на предотвращение и компенсацию ущерба местным сообществам от неблагоприятных экологических воздействий.

В России метод экономической оценки готовности населения платить (willingness to pay) за качество окружающей среды и предотвращение заболеваемости применяется довольно редко. Однако исследования, основанные на его применении, показывают интересные результаты, которые могут быть использованы при разработке соответствующей политики как на местном, так и национальном уровне.

Например, исследование поведения домашних хозяйств, связанного с предотвращением риска для здоровья от загрязнения питьевой воды в г. Самаре [75], показало, что городское население желало бы платить почти вдвое больше существующих тарифов за лучшее качество водоснабжения, поскольку в представлении населения прослеживалось убеждение, что из-за сокращения общественных и частных расходов на охрану природы ухудшение качества окружающей среды на городской территории стало источником риска для здоровья населения.

Исследование строилось на проведении социологического опроса 500 домашних хозяйств. В анкету были включены несколько блоков вопросов, связанных с восприятием индивидуумами риска для здоровья от загрязнения питьевой воды, социально-экономическими характеристиками домашних хозяйств, готовностью индивидуумов платить (WTP) за улучшение качества воды и существующими расходами по предотвращению риска. Исследователи выявили, что общая оценка готовности платить за улучшение качества водоснабжения составила около 180 млн руб. в год. Это практически соответствовало сумме необходимых на тот момент капиталовложений в реконструкцию существующей централизованной системы питьевого водоснабжения. Исследователи выявили, что главными факторами, воздействующими на WTP, были: доход; удовлетворенность качеством питьевого водоснабжения (восприятие качества питьевого водоснабжения как плохого и очень плохого выражалось в повышении готовности платить); район проживания; пол ответчиков (женщины выражали пониженную готовность платить).

Также метод WTP используется для оценки желания населения использовать новые (более дружественные к окружающей среде) способы хозяйствования, внедрять новое оборудование и, следовательно, менять «цвет» экономики. «Цвет» экономики при этом меняется с «черного», когда экономический рост сопровождается усугублением загрязнения окружающей среды, на «зеленый», при котором экономический рост происходит на фоне ее восстановления.

Такие оценки тоже можно отнести в оценки ущерба здоровью от загрязнения окружающей среды, но в опосредованном, агрегированном виде. Так, результаты изучения направленности и «цвета» экономического роста энергетической отрасли в Забайкальском крае и готовности населения платить за использование возобновляемых источников энергии позволило авторам [76] установить барьеры на пути развития солнечной энергетики, а также определить порог готовности платить за снижение загрязнения воздуха выбросами угольных теплоэлектростанций.

Авторами исследования установлено, что в энергетическом секторе Забайкальского края вплоть до 2015 г. ситуация характеризовалась как «черный» экономический рост. Для снижения рисков для здоровья путем перехода энергетики в область «зеленого» роста можно решать также за счет развития альтернативной энергетики.

Методом анкетного опроса авторы провели исследование отношения населения к использованию альтернативных источников энергии. Результаты показали, что в ближайшее время (в следующем году) только 4,2 % желающих респондентов планируют покупку систем солнечной энергетики. Основным барьером для использования солнечной энергии является цена оборудования. Установлено, что потребители готовы потратить на приобретение солнечных панелей в 10 раз меньше их реальной цены в данном регионе. В качестве прочих барьеров названы отсутствие доступной информации о преимуществах использования альтернативной энергетики и недостаток организаций, предоставляющих услуги по техническому обслуживанию оборудования. Установлено, что к числу наиболее популярных механизмов государственной поддержки, ожидаемых населением, относятся субсидии для приобретения фотоэлектрических элементов, беспроцентный кредит для покупки и субсидии на установку оборудования. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем органами государственной власти для разработки программ поддержки развития альтернативной энергетики в регионах.

Таким образом, метод WTP является действенным механизмом для подготовки инвестиционных решений в сфере городского хозяйства. Решения, принимающие во внимание готовность людей платить за улучшение параметров окружающей среды, скорее всего, будут пользоваться поддержкой населения.

Ряд исследователей использует комбинированный подход для оценки эффективности проведения природоохранных мероприятий, предпочтительные из которых выявляются методом выявления социальных предпочтений и готовности платить. Далее определяется стоимость сопутствующего исключаемому загрязнению заболеваний (отрицательная цена выгод от проведенных природоохранных мероприятий). И методом сравнения издержек на природоохранные мероприятия с выгодами от исключенных заболеваний устанавливаем эффективность предлагаемых решений.

В работе «Макроэкономическая оценка издержек для здоровья населения России от загрязнения окружающей среды» [76] авторы приводят пример использования методологии оценки риска для здоровья населения наряду с различными методами экономической оценки окружающей среды. Эти методы включали в себя и оценку готовности платить (WTP) за улучшенное качество окружающей среды, стоимость заболевания, стоимостную оценку среднестатистической жизни и т. д. В методологию входит изучение субъективных оценок (CV) восприятия населением наиболее острых проблем, связанных с окружающей средой. Данное исследование проводилось в Ростове-на-Дону и показало, что население рассматривает качество питьевой воды, загрязнение атмосферного воздуха, вредное воздействие пыли и канализацию как вредные атрибуты повседневной жизни.

С помощью изучения субъективных оценок, исследователи смогли оценить издержки от воздействия уличной пыли. В 560 домашних хозяйствах спрашивалось об их готовности платить за уменьшение работ по уборке/чистке жилых помещений. Основываясь на этих данных, была получена оценка годовой готовности платить за сокращение концентрации уличной пыли и рассчитаны полные экологические издержки от ее концентрации, равной 300 мкг/м³. Издержки составили 86 млн руб/год.

Данная работа интересна прежде всего тем, что, помимо общей готовности платить, была рассчитана и стоимость заболевания (COI), состоящая из прямых, включающих фактически затраты на лечение (амбулаторное или больничное, профилактика и реабилитационные затраты, выполнение дорогих медицинских исследований) и косвенных затрат, включающих временную потерю трудоспособности и преждевременный выход на пенсию по инвалидности. Издержки были определены для группы приоритетных заболеваний, связанных с качеством атмосферного воздуха. Средняя «стоимость заболевания», заканчивающегося преждевременной смертью, для населения Ростова-на-Дону составила 109,009 тыс. руб/чел. потерь ВВП, а средняя «стоимость заболевания» для индивидуумов, умерших в трудоспособном возрасте, составила 197,836 руб/чел. На основе оценки риска для здоровья населения и экономической оценки издержек от загрязнения вод и атмосферного воздуха в Ростове-на-Дону был предложен список потенциальных мер по уменьшению риска (сокращения уровня загрязнения) и проведена оценка их эффективности: рассчитывалась текущая стоимость различных мероприятий; затем текущее значение выгод в терминах сокращения затрат от загрязнения окружающей среды за все время инвестиционной жизни проекта; далее сравнивались затраты и выгоды. При этом было выявлено, что полная реконструкция сети водоснабжения не оправдана ни при каких

обстоятельствах — ни за счет изменения ставки процента, ни за счет изменения выгод. Текущее значение выгод при всех сценариях оказывается отрицательным и составляет 43,7–96,9 млн руб. Однако частичная реконструкция сети является возможной: чистая текущая стоимость (NPV) в данном случае оказывается положительной и составляет 4,9–58,1 млн руб.

Некоторые авторы проводят корреляцию между изменениями природного и человеческого капитала. Д. О. Душкова и А. В. Евсеев [77] оценили экономический ущерб от болезней, полученных в результате воздействия повышенных уровней загрязнения воздуха (в т. ч. рабочей зоны), в Республике Коми, Архангельской и Мурманской областях. Стоимость заболеваемости, связанной с загрязнением окружающей среды, согласно их данным, оценивается в 26,4 % от ВРП (2004 г.) для Республики Коми, 25,2 % — для Мурманской и 23 % — для Архангельской области. Исследователи полагают, что полученные медико-экологические данные позволяют провести оценку антропогенной динамики природного капитала и планируют совершенствование методики эколого-экономических оценок в области разработки медико-экологических индексов для аналоговой оценки антропогенных изменений природного капитала. Такая оценка, предположительно, может быть использована для эколого-экономического обоснования оптимизации природопользования в целях устойчивого развития и обоснования экономической целесообразности развития «щадящих» видов природопользования (рекреационного, природоохранного, традиционного), формирующих экологический каркас промышленно развитых территорий Севера.

На основе изучения работ зарубежных и российских авторов [78], было выявлено, что универсальной методологии оценки ущерба здоровью не существует. Для получения релевантных результатов под каждую задачу, основываясь на целях исследования, необходимо выбирать методологию или их комбинацию, определять необходимый набор и объем данных. Наличие статистической информации и данных обо всех видах издержек, включаемых в расчет, является критическим условием при формировании методологии исследования. В случае наличия информации предпочтительным является метод калькуляции стоимости болезни, при отсутствии — оценка готовности платить. Принципиальными вопросами, на которые необходимо иметь ответ при формировании методологии исследования ущерба здоровью населения от негативных экологических воздействий при использовании подхода COI является выбор перспективы исследования и направление калькуляции затрат, при применении методологии WTP — подробное описание всех возможных исходов для здоровья, обусловленных негативным воздействием загрязнений, необходимое для формирования у респондентов определенности в отношении последствий и стоимости выбора.

Предполагается, что использование метода WTP может помочь региональным властям и органам местного самоуправления учесть мнение населения при формировании природоохранной политики и принятию решений по инвестированию в природоохранную инфраструктуру.

Целью настоящего пилотного исследования является апробация метода WTP за снижение рисков здоровью, вызванных загрязнением воздуха микрочастицами. Перед исследователями стояла задача рассчитать стоимость таких заболеваний, а также дать стоимостную оценку среднестатистической жизни. Исследование проведено в пяти городах Мурманской области, которые характеризуются различными параметрами и значениями загрязнения атмосферного воздуха.

Метод

Изучение литературных данных показало [78], что методология оценки ущерба, основанная на желании платить, наиболее удобна в применении прежде всего, когда речь идет об оценке последствий динамики смертности. Это обусловлено конкретностью и безальтернативностью исхода заболевания, возможность предотвращения которого, в конечном итоге, оценивают респонденты. Когда необходимо оценить ущерб, являющийся результатом динамики заболеваемости, вызванной загрязнением атмосферы, применение данного метода затруднительно. В первую очередь потому, что конечных исходов каждого из связанных с выбросами заболеваний может быть много. Соответственно, для получения комплексной оценки желания платить за предотвращение всей совокупности рисков необходимо выяснение отношения каждого из респондентов к каждому из рисков, что является сложной методологической задачей.

Еще одно методологическое замечание к использованию WTP заключается в том, что подходы к оценке ущерба здоровью, основанные на желании платить, применяются для определения общественного ущерба, будучи при этом основанными на консолидированных частных оценках стоимости риска. Поэтому ученые, рассчитывающие ущерб здоровью населения в национальном масштабе, должны отдавать себе отчет в том, что такого рода оценки — это, скорее, восприятие обществом потенциального ущерба и желание его предотвратить, нежели реальные экономические потери, которые в результате причинения ущерба общество вынуждено будет понести.

Принципиальной задачей, которую необходимо решить при формировании методологии исследования ущерба здоровью населения от негативных экологических воздействий при применении методологии WTP, здесь также является подробное описание всех возможных исходов для здоровья, обусловленных негативным воздействием загрязнений, которое требуется для формирования у респондентов определенности в отношении последствий и стоимости выбора.

Для оценки стоимости потери жизни и здоровья человека Организация экономического сотрудничества и развития предлагает использовать подход к разработке WTP в качестве «стандарта» [79]. В нашем исследовании использован метод условных оценок, который относится к методам объявленных предпочтений и является одним из самых распространенных способов оценки готовности платить. Термин «условные» в названии метода подчеркивает тот факт, что людей просят оценить свою готовность платить в зависимости от конкретного гипотетического сценария изменения в количестве предоставляемых услуг, ресурсов или механизма доступа к ним [80].

В качестве переменных, изменения которых необходимо оценить, был выбран такой ресурс как крепкое здоровье, хорошее самочувствие. Обсуждаемые изменения, а именно загрязнение атмосферного воздуха микрочастицами, затрагивают в первую очередь жителей тех городов, где расположены горнопромышленные предприятия. Однако не во всех территориях складываются одинаковые условия, поэтому были выбраны четыре города (Оленегорск, Мончегорск, Апатиты, Кировск), где горная промышленность является градообразующей, а также с. Ловозеро как фоновый регион, где развито оленеводство, а население ведет традиционный образ жизни (для сравнения). Выявление предпочтений жителей проводилось методом очных интервью. Всего было проведено 250 интервью, по 50 в каждом населенном пункте.

Опросы проводились силами научных волонтеров из числа саамского народа. Таким образом, нами использовались подходы гражданской науки, которые более чем оправданы в данном случае. Респонденты отвечали на вопросы «простых» людей, не стеснялись, не пытались сказать что-то «правильное» перед лицом академических ученых. Перед опросом был проведен обучающий семинар, где волонтерам было рассказано о цели исследования, принципах выбора респондентов, о технике проведения интервью и оформлении полученных данных. В ходе интервью у всех волонтеров была возможность задать вопросы, что-то уточнить и поделиться опытом. По окончании работ волонтеры подробно рассказали о том, как проводилась выборка респондентов, как и где были сделаны опросы, а также о трудностях, с которыми им пришлось столкнуться.

Для информационного содержания опросника был составлен поясняющий текст: «Микрочастицы — это мелкая пыль размером до 10 мкм, они оказывают негативное влияние на здоровье человека. Например, провоцируют развитие аллергии, болезней дыхательной системы, различных воспалительных заболеваний при длительном контакте даже у совершенно здорового человека. Согласно литературным данным [81], проживание в местности с загрязнением воздуха микрочастицами является причиной 1 смерти на 100 тыс. населения в год. Кроме того, человек может заболеть, что помешает ему трудиться и зарабатывать привычный размер заработной платы, более того, ему может понадобиться нести дополнительные расходы на оплату медикаментов и лечения. Это особенно актуально для регионов Арктики. По мнению специалистов, частицы черного углерода, образуемые от работы двигателей внутреннего сгорания также, как и другие загрязняющие воздух вещества, в холодном климате усиливают свое негативное воздействие на здоровье человека [51]. Для исключения попадания микрочастиц в воздух можно внедрить новые технологии или отказаться от деятельности, производящей микрочастицы (заменить на другую). Для этого нужно провести исследования, разработать новые технологии и способ получения доходов в данной местности. За такую перестройку необходимо заплатить. Предположим, оплата будет осуществляться в виде ежегодного платежа в течение 5 лет».

Для выявления условной оценки изменений изучаемого ресурса, под которым мы понимали здоровье человека, у респондентов спрашивали: «Сколько вы готовы платить ежегодно в течение 5 лет за снижение риска?»:

- недополучения доходов за время возможной болезни;
- нести медицинские расходы;
- за счет предотвращения (профилактики) заболевания;
- получения дискомфорта и неудобств от болезни;
- преждевременной смерти от загрязнения атмосферного воздуха.

Формат ответа — в рублях в год. Ответ «0 рублей» был принят допустимым и трактовался как «нет желания платить». Для проверки анкеты на наличие вопросов с возможными протестными и другими вводящими в заблуждение ответами был сформулирован вопрос: «Считаете ли вы, что существующий в вашем городе уровень загрязнения воздуха негативно влияет на здоровье жителей?». Он задавался самым первым.

Для статистического анализа ответов интервьюеры также отмечали пол респондентов и их возраст. Кроме того, в анкетах содержится информация об образовании (среднее, среднетехническое, высшее), вид деятельности и годовой доход (до 240 тыс. — чуть выше прожиточного минимума по Мурманской области; до 840 тыс. — среднее по региону; более 850 тыс. — выше среднего по региону). Опрос проводился в мае 2021 г. Основные этапы проведенного исследования представлены в табл. 6.

Таблица 6

Основные этапы проведения исследования методом условных оценок

Этап	Параметры исследования
1. Определение переменных, изменения которых необходимо оценить	Ресурс — крепкое здоровье, хорошее самочувствие
2. Определение населения, которое затрагивают обсуждаемые изменения	Жители горнопромышленных поселений Мурманской области: Оленегорск, Мончегорск, Апатиты, Кировск и Ловозеро (оленеводство, традиционный образ жизни — для сравнения)
3. Выбор метода сбора данных	Очные интервью
4. Выбор размера выборки	Около 200 интервью (150 — ГПК и 50 — Ловозеро)
5. Разработка информационного содержания опросника	Микрочастицы (мелкая пыль размером 2,5–5–10 мкм) оказывают негативное влияние на здоровье человека. Например, провоцируют развитие аллергии, болезней дыхательной системы, различных воспалительных заболеваний даже у совершенно здорового человека при длительном контакте. Согласно литературным данным проживание в местности с загрязнением воздуха микрочастицами является причиной 1 смерти на 100 тыс. населения в год.
5.1. Составление описания ресурса, изменения которого будут оцениваться	Для исключения попадания микрочастиц в воздух можно внедрить новые технологии или отказаться от деятельности, производящей микрочастицы (заменить на другую). Для этого нужно провести исследования, разработать новые технологии и способ получения доходов в данной местности. За такую перестройку необходимо заплатить. Предположим, оплата будет осуществляться в виде ежегодного платежа в течение 5 лет
5.2. Выбор и описание механизма предоставления этого ресурса	
5.3. Выбор и описание механизма платы за ресурс	
5.4. Выбор и описание правила принятия решения	
5.5. Выбор количества и частоты платежей	
5.6. Описание возможных ресурсов-субститутов и бюджетных ограничений	
6. Разработка формы вопроса об условной оценке изменений изучаемого ресурса	Сколько вы готовы платить ежегодно в течение 5 лет за снижение риска: недополучения доходов за время возможной болезни; нести медицинские расходы; на предотвращение (профилактику) заболевания; получения дискомфорта и неудобств от болезни; преждевременной смерти от загрязнения окружающего воздуха
6.1. Выбор формата ответа	В рублях в год
6.2. Решение о допустимости значения 0 денежных единиц	«0» руб. — допустимо
6.3. Проверка анкеты на наличие вопросов с возможными протестными и другими вводными в заблуждение ответами	Разработки вариантов ответов в нашем исследовании не предусматривалось. Респонденты самостоятельно формулировали свои ответы
7. Разработка вспомогательных вопросов для статистического анализа ответов	Дополнительно записывалась информация о поле, возрасте респондентов, их уровне образования и сфере деятельности, а также уровне доходов, который дифференцировался относительно уровня средней заработной платы по региону (больше) и минимального уровня доходов (меньше — больше, но меньше средней зарплаты)
8. Проведение опроса	Опрос проведен в 5 городах Мурманской области, силами прошедших подготовку и получивших инструктаж «научных волонтеров»
9. Анализ результатов	Проведен статистический анализ по диапазонам вспомогательных вопросов (возраст, уровень образования, уровень доходов), для уточнения использовалась информация о сфере деятельности респондентов
10. Разработка рекомендаций на основе полученных результатов	Разработанные рекомендации адресованы органам власти и менеджменту горнопромышленных предприятий региона. Они нацелены на улучшение региональной политики по повышению качества жизни населения и инструментов корпоративной социальной ответственности компаний горнопромышленного комплекса области

Первые четыре вопроса интервью позволяют выявить оценку респондентами стоимости болезни по таким параметрам, как недополучение доходов за время возможной болезни, медицинские расходы, расходы на профилактические мероприятия и оценка стоимости дискомфорта и неудобств, вызванных заболеванием (наиболее субъективный параметр, который невозможно оценить другими методами). Последний вопрос относится к оценке среднестатистической стоимости жизни.

Данные и расчеты

В процессе проведения первых интервью было выявлено, что самым сложным является объяснить респондентам зачем в принципе нужно платить. Тогда один из волонтеров придумал фразу — «это как страховка от несчастного случая», которую в последующем применяли остальные волонтеры в особо трудных случаях, когда люди отказывались понимать необходимость оценки в рублях непреложную ценность быть здоровым. Следовательно, можно сделать вывод о том, что люди должны быть подготовлены, для чего нужно либо делать выборку респондентов по уровню информированности об изучаемой проблеме, либо проводить предварительное информирование более интенсивно, не ограничиваясь несколькими предложениями. Для этого можно использовать метод фокус-групп, где предварительно необходимо сделать информационное сообщение и обсуждение в группе поставленных вопросов. Также можно провести серию просветительских семинаров, организовать информирование населения через местные СМИ. Однако для чистоты эксперимента было выбрано провести интервьюирование в рамках существующего информационного контекста, давая лишь короткое введение в проблему ущербов индивидуальному здоровью от воздействия загрязнения воздуха микрочастицами.

В табл. 7 представлены количественные результаты проведенного исследования. В каждом городе обозначен средний возраст опрашиваемых, число респондентов, признающих наличие проблемы загрязнения воздуха в городе пылью (микрочастицами), выраженное в количестве человек через слеш, а также средние суммы в рублях, которые респонденты в каждом городе готовы платить ежегодно за снижение риска:

- (1) — недополучения доходов за время возможной болезни;
- (2) — нести медицинские расходы;
- (3) — за счет предотвращения (профилактику) заболевания;
- (4) — получения дискомфорта и неудобств от болезни;
- (5) — преждевременной смерти от загрязнения атмосферного воздуха.

Таблица 7

Средние суммы, которые жители городов готовы платить за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха

№	Город	Средний возраст, лет	Признание проблемы да/нет, чел.	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
1	Апатиты	33,12	44/6	4800	4932	2108	5092	2255
2	Кировск	31,02	40/10	4998	6066	7594	5396	7104
3	Мончегорск	37,8	45/5	766	664	212	802	1206
4	Оленегорск	43,08	35/15	686	150	146	1016	1050
5	Ловозеро	43,16	43/7	171	115	175	170	102
Среднее по всем городам				2284	2385	2047	2495	2343

Приблизительно одинаковый процент респондентов в Мончегорске, Апатитах и Ловозеро признают наличие проблемы загрязнения, минимальное количество жителей Оленегорска считают, что загрязнение воздуха пылевыми частицами является проблемой в их городе. Наибольшие суммы люди готовы платить за снижение риска получения дискомфорта и неудобств от болезни, даже больше, чем за снижение риска смерти. Для того, чтобы исключить экстремумы значений возможных платежей отдельными респондентами посмотрим на процентное соотношение в разных городах респондентов «не готовых платить» за решение конкретных проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха. Для этого мы подсчитаем долю нулевых платежей (табл. 8).

Таблица 8

Процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха

№	Город	Призн./не призн. проблему, %	(1) % отв-в «0 руб.»	(2) % отв-в «0 руб.»	(3) % отв-в «0 руб.»	(4) % отв-в «0 руб.»	(5) % отв-в «0 руб.»
1	Апатиты	88/12	32	18	22	22	26
2	Кировск	80/20	40	32	34	32	34
3	Мончегорск	90/10	42	36	72	50	22
4	Оленегорск	70/30	52	80	80	28	36
5	Ловозеро	86/14	52	64	58	66	62
Среднее по всем городам			43,2	42	52,8	36,4	37,2

Данные табл. 8 подтверждают вывод о том, что риск получения дискомфорта и неудобств от болезни является тем, который люди стремятся избежать, за что респонденты готовы платить не нулевые суммы даже чаще, чем за избежание риска смерти. Количество респондентов, высказавших желание платить за избежание риска смерти, на втором месте по частоте уплаты ненулевых сумм.

Как мы видим из табл. 7 и 8, по городам получились очень сильные различия по суммам, которые люди готовы заплатить за снижение рисков. Объяснение этому мы будем искать, сравнивая возраст респондентов, их годовой доход и признание существования проблемы загрязнения микрочастицами. Для этого рассмотрим результаты интервьюирования по каждому городу в отдельности, чтобы понять, какой фактор оказывает влияние на результаты в данном городе больше всего.

Апатиты

В г. Апатиты большинство респондентов, а именно 54 %, оказались моложе 30 лет, 30 % из них располагали доходом немного выше или ниже прожиточного минимума, установленного в Мурманской области на 2020 г. (ниже 20 тыс. руб. в месяц, тогда как прожиточный минимум установлен на уровне 18625 руб. в месяц¹). Лиц старшего возраста в данном городе было опрошено всего 6 % от общего числа. Наибольшее число респондентов с доходом выше среднего по области зафиксировано среди респондентов в возрастной группе от 30 до 60 лет. В табл. 9 показано процентное соотношение респондентов в зависимости от возраста.

Таблица 9

Апатиты: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от возраста

Возраст	Всего, чел. и % с доходом более 850/до 840/до 240	Признание проблемы: да/нет, %	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 30 — 54 %	4/66/30 %	85/15	8 (30 %)	6 (22 %)	8 (30 %)	7 (26 %)	7 (26 %)
30–60 — 40 %	15/70/15 %	90/10	6 (30 %)	3 (15 %)	3 (15 %)	3 (15 %)	4 (20 %)
Старше 60 — 6 %	0/66/34 %	100/0	2 (66 %)	0	0	1 (33 %)	2 (66 %)
Итого	50	44/6	16	9	11	11	13
Итого, %	100 %	88/12	32	18	22	22	26

¹ Постановление Правительства Мурманской области от 8 февраля 2021 г. № 40-ПП. URL: https://minsoc.gov-murman.ru/activities/trud/Minimum_zp_npa.php

Как видно из табл. 10 доля признания проблемы загрязнения воздуха микрочастицами во всех возрастных категориях высока и приблизительно одинакова, с заметной тенденцией к повышению с увеличением возраста респондентов. Наибольшая доля нежелающих платить за снижение рисков здоровью от загрязнения воздуха микрочастицами фиксируется в старшей возрастной группе. Наибольшая доля желающих платить ненулевые суммы фиксируется в возрастной группе от 30 до 60 лет. Чаще всего респонденты всех возрастных групп отказываются платить за снижение рисков недополучения доходов за время возможной болезни и за снижение рисков преждевременной смерти от загрязнения атмосферного воздуха микрочастицами.

Таблица 10

Апатиты: средние значения возможных платежей в зависимости от возраста

Возраст	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 30	6696	7472	2260	7485	2767
30–60	3024	2285	2138	2671	1871
Старше 60	167	600	533	500	223

Несмотря на то, что среди респондентов в возрасте до 30 лет высокий процент имеющих доходы на уровне прожиточного минимума, их заявленные платежи намного выше, чем у респондентов других категорий. В среднем почти в 2 раза выше, чем в наиболее обеспеченной возрастной категории от 30 до 60 лет, и почти в 10 раз выше, чем в категории лиц старше 60 лет.

Логично было бы предположить, что люди готовы платить тем больше, чем выше их уровень доходов. Данные табл. 11 подтверждают эту гипотезу. Среди респондентов, имеющих доход выше среднего по области, 100 % признают существование проблемы загрязнения воздуха микрочастицами, в этой же группе наименьшая доля нулевых платежей за снижение рисков, за исключением платы за снижение рисков недополучения доходов за время возможной болезни и риска преждевременной смерти от загрязнения атмосферного воздуха микрочастицами. Наибольшие доли нулевых платежей наблюдаются в группе респондентов с доходами на уровне прожиточного минимума. Однако среднее значение желательного платежа наблюдается в самой многочисленной группе респондентов, имеющих доходы выше прожиточного минимума, но ниже среднего по области почти для всех рисков (табл. 12).

Таблица 11

Апатиты: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от уровня дохода

Доходы	Всего	Признание проблемы: да/нет, чел.	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 240	12/24 %	8/4 66 /34 %	8/66 %	4/34 %	4/34 %	6/50 %	6/50 %
До 840	34/68 %	32/2 94 /6 %	5/15 %	5/15 %	7/21 %	5/15 %	6/18 %
Более 840	4/8 %	4/0 100 /0 %	3/75 %	0	0	0	1/25 %
Итого	50	44/6	16	9	11	11	13
Итого, %	100 %	88 /12 %	32 %	18 %	22 %	22 %	26 %

Таблица 12

Апатиты: средние значения возможных платежей в зависимости от уровня дохода

Доходы	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 240	625	1983	1800	1333	500
До 840	5923	6293	2140	6577	2929
Более 840	7500	1875	2750	3375	1625

Кировск

В г. Кировск в выборке отсутствует возрастная категория «старше 60 лет». Таким образом, мы имеем данные только по работающим гражданам, 46 % которых моложе 30 лет, остальные 54 % — это граждане в возрастном промежутке от 30 до 60 лет.

Как видно из табл. 13, респонденты моложе 30 лет в 2 раза реже не готовы платить за снижение рисков здоровью, чем их старшие соседи, и доля признающих наличие проблемы загрязнения воздуха микрочастицами в Кировске также выше среди молодежи.

Таблица 13

Кировск: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от возраста

Возраст	Всего	Признание проблемы: да/нет, чел/%	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 30	23/46 %	19/4 82/18 %	7 30 %	6 26 %	5 23 %	5 23 %	5 23 %
30–60	27/54 %	21/6 77/33 %	13 62 %	10 37 %	12 44 %	11 41 %	12 44 %
Старше 60	0	–	–	–	–	–	–
Итого	50	40/10	20	16	17	16	17

Таким образом, молодое поколение более трепетно относится к своему здоровью и чаще связывает болезни с загрязнением воздуха. Из табл. 14 видно, что молодежь готова платить на 10–20 % больше для снижения рисков здоровью, связанных с загрязнением воздуха.

Таблица 14

Кировск: средние значения возможных платежей в зависимости от возраста

Возраст	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 30	5096	5983	8509	5809	7935
30–60	4915	6137	6815	5044	6396
Старше 60	–	–	–	–	–

Также, как и в г. Апатиты, доля граждан, не готовых платить за снижение рисков, больше среди лиц, имеющих самые высокие доходы (табл. 15), но несмотря на это средний платеж обеспеченных граждан составил в среднем больше, чем у других категорий (табл. 16)

Таблица 15

Кировск: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от уровня дохода

Доходы	Всего	Признание проблемы да/нет, чел.	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 240	17 34 %	14/3 82/18 %	3 21 %	3 21 %	3 21 %	3 21 %	4 28 %
До 840	28 56 %	22/6 78/22 %	14 50 %	11 39 %	12 43 %	11 39 %	11 39 %
Более 840	5 10 %	4/1 80/10 %	3 60 %	2 50 %	2 50 %	2 50 %	2 50 %
Итого	50	40/10	20	16	17	16	17

Таблица 16

Кировск: средние значения возможных платежей в зависимости от уровня дохода

Доходы	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 240	4317	4233	4122	4761	4706
До 840	6008	6522	9426	6096	9167
Более 840	2000	10200	10200	3900	4600

Мончегорск

В г. Мончегорске респонденты в возрасте до 30 лет, в отличие от г. Кировска, наиболее часто высказывали нежелание платить за снижение рисков здоровью от загрязнения воздуха (табл. 17). А самая сознательная категория граждан, наиболее часто готовых платить за снижение рисков, — в возрасте старше 60 лет.

Более того, жители Мончегорска старше 60 лет готовы в среднем платить за снижение рисков больше, чем респонденты других возрастных категорий. Это можно объяснить тем, что старшее поколение помнит те времена, когда выбросы в воздух от промышленных предприятий города были в несколько раз выше, чем в настоящее время, что доставляло определенный дискомфорт (табл. 18).

Таблица 17

Мончегорск: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от возраста

Возраст	Всего	Признание проблемы: да/нет, чел.	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 30	18 36 %	17/1 94/6 %	9 50 %	11 61 %	15 83 %	13 72 %	7 39 %
30–60	24 48 %	20/4 83/17 %	7 29 %	7 29 %	18 75 %	10 55 %	4 17 %
Старше 60	12 24 %	8/4 66/34 %	5 42 %	0 0 %	3 25 %	2 17 %	0 0 %
Итого	50	45/5	21	18	36	25	11

Таблица 18

Мончегорск: средние значения возможных платежей в зависимости от возраста

№	Возраст	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
1	До 30	500	283	67	211	694
2	30–60	1117	775	280	1055	1492
3	Старше 60	313	1188	338	1375	1500

В г. Мончегорске реже готовы платить респонденты с самыми низкими доходами (табл. 19). Средние платежи выше у респондентов с доходами выше среднего по области. Они же чаще других категорий готовы платить за снижение рисков здоровью от загрязнения воздуха (табл. 20).

Таблица 19

Мончегорск: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от уровня дохода

Доходы	Всего	Признание проблемы: да/нет, чел.	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 240	16 32 %	12/4 75/25 %	13 81 %	12 75 %	15 94 %	15 94 %	8 50 %
До 840	26 52 %	26/0 100/0 %	8 31 %	4 15 %	17 58 %	8 31 %	2 8 %
Более 840	8 16 %	7/1 88/12 %	1 12 %	2 25 %	4 50 %	2 25 %	1 12 %
Итого	50	45/5	22	20	36	25	11

Таблица 20

Мончегорск: средние значения возможных платежей в зависимости от уровня дохода

Доходы	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 240	125	156,25	31,25	31,25	375
До 840	838,5	830,8	207,7	953,8	1280,8
Более 840	1812,5	1137,5	587,5	1850	2625

Оленегорск

Согласно табл. 21 и 22 70 % жителей г. Оленегорска старше 60 лет отрицают существование проблемы загрязнения воздуха. В этой возрастной категории чаще всего отмечается нежелание платить за исключение рисков здоровью, связанных с загрязнением воздуха. Респонденты моложе 30 лет и те, что входят в возрастную группу от 30 до 60 лет, в целом признают существование проблемы загрязнения воздуха (73 и 84% соответственно). Однако и в этих возрастных категориях отмечается приблизительно одинаково большая доля нежелающих платить. Как и в других городах, более часто население Оленегорска готово платить за предотвращение рисков дискомфорта, вызванного болезнью.

Таблица 21

Оленегорск: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от возраста

Возраст	Всего	Признание проблемы: да/нет, чел.	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 30	15 30 %	11/4 73/27 %	6 40 %	9 60 %	11 73 %	4 27 %	5 33 %
30–60	25 50 %	21/4 84/16 %	11 44 %	22 88 %	19 76 %	5 20 %	7 32 %
Старше 60	10 20 %	3/7 30/70 %	9 90 %	9 90 %	10 100 %	5 50 %	6 60 %
Итого	50	35/15	26	40	40	14	18

Таблица 22

Оленегорск: средние значения возможных платежей в зависимости от возраста

Возраст	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 30	680	380	233	1147	1113
30–60	952	60	152	1232	1360
Старше 60	30	30	0	280	180

Минимальные суммы платежей готовы делать респонденты старше 60 лет. Приблизительно одинаковые суммы готовы платить респонденты моложе 30 лет и в возрасте от 30 до 60 лет.

Распределение ответов в зависимости от величины дохода (табл. 23 и 24) показывает, что респонденты, имеющие доход на уровне прожиточного минимума, в большей степени не признают наличия проблемы загрязнения воздуха (60 %) и в подавляющем количестве (от 100 до 53 % от всех респондентов данной категории) не желают платить за предотвращение рисков здоровью, связанных с загрязнением воздуха. Респонденты, имеющие более высокие доходы в целом признают наличие данной проблемы. Более того, те, кто имеет доход выше среднего по области, даже в большей мере желают платить за решение проблемы, а средние суммы их платежей в 2 раза выше, чем у респондентов, имеющих доход больше прожиточного уровня, но меньше среднего по области.

Таблица 23

Оленегорск: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от уровня дохода

Доходы	Всего	Признание проблемы: да/нет, чел.	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 240	15 30 %	6/9 40/60 %	12 80 %	14 93 %	15 100 %	8 53 %	12 80 %
До 840	30 60 %	24/6 80/20 %	14 97 %	24 80 %	23 77 %	6 20 %	8 27 %
Более 840	5 10 %	5/0 100%/0	0 0 %	3 60 %	3 60 %	1 20 %	0
Итого	50	35/15	26	41	41	15	20

Таблица 24

Оленегорск: средние значения возможных платежей в зависимости от уровня дохода

Доходы	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 240	113	13	0	347	147
До 840	687	177	177	1220	1243
Более 840	2400	400	400	1800	2600

Ловозеро

Село Ловозеро было выбрано в качестве фонового района, где отсутствуют крупные промышленные предприятия, где, по нашему предположению, люди должны были быть удовлетворены качеством воздуха. Поэтому данные опросов показывают неожиданный результат — 100 % респондентов моложе 30 и старше 60 признают наличие проблемы загрязнения воздуха также, как и 83 % из возрастной группы от 30 до 60 лет. Однако при этом 100 % респондентов моложе 30 лет и 75 % респондентов старше 60 лет не желают платить за предотвращение любых рисков здоровью, связанных с загрязнением воздуха также, как и приблизительно 50 % респондентов в возрастной группе 30–60 лет (табл. 25)

Таблица 25

Ловозеро: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от возраста

Возраст	Всего	Признание проблемы: да/нет, чел.	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 30	4	4/0 100%/0	4 100%	4 100%	4 100%	4 100%	4 100%
30–60	42	35/7 83/17%	20 48%	25 60%	22 52%	26 62%	24 57%
Старше 60	4	4/0 100%/0	3 75%	3 75%	3 75%	3 75%	3 75%
Итого	50	43/7	27	32	29	33	31
Итого, %		86/14%	52%	64%	58%	66%	62%

Как видно из табл. 26, в с. Ловозеро не опрошено респондентов с доходов выше среднего по Мурманской области. Респонденты с доходами на уровне прожиточного минимума и выше, но ниже средней по Мурманской области приблизительно в равных долях признают наличие проблемы загрязнения воздуха микрочастицами — 91 и 85 % соответственно. Респонденты с доходами на уровне прожиточного уровня в 81 % не готовы платить за предотвращение рисков здоровью, связанных с загрязнением воздуха. А вот почти половина респондентов с доходами выше прожиточного уровня, но ниже среднего по области платить готовы, хотя и незначительные суммы.

Средние значения возможных платежей получились в 5–10 раз меньше, чем выразили желание платить жители других городов (табл. 27 и 28).

Таблица 26

Ловозеро: процентное соотношение респондентов, «не готовых платить» за решение проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, в зависимости от уровня дохода

Доходы	Всего	Признание проблемы: да/нет, чел.	(1) кол-во отв-в «0 руб.»	(2) кол-во отв-в «0 руб.»	(3) кол-во отв-в «0 руб.»	(4) кол-во отв-в «0 руб.»	(5) кол-во отв-в «0 руб.»
До 240	11 22 %	10/1 91/9 %	9 81 %	9 81 %	9 81 %	9 81 %	9 81 %
До 840	39 78 %	33/6 85/15 %	18 46 %	23 59 %	20 51 %	24 62 %	22 56 %
Более 840	0	–	–	–	–	–	–
Итого	50	43/7	27	32	29	33	31

Таблица 27

Ловозеро: средние значения возможных платежей в зависимости от возраста

Возраст	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 30	0	0	0	0	0
30–60	200	135	204	199	115
Старше 60	38	25	50	37,5	75

Таблица 28

Ловозеро: средние значения возможных платежей в зависимости от уровня дохода

Доходы	(1) руб.	(2) руб.	(3) руб.	(4) руб.	(5) руб.
До 240	19	19	14	46	41
До 840	214	142	221	205	119
Более 840	–	–	–	–	–

Как видно из полученных в ходе исследования данных, результаты по каждому городу существенно различаются. Для их интерпретации необходимо рассмотреть объективные данные по загрязнению воздуха в выбранных городах Мурманской области. Согласно Ежегодным докладам о состоянии окружающей среды Мурманской области [82] выбросы в воздух от стационарных источников за последние 5 лет снизились, однако содержание в них твердых частиц, к которым относятся микрочастицы, увеличилось как в натуральном, так и в удельном весе (рис. 37).

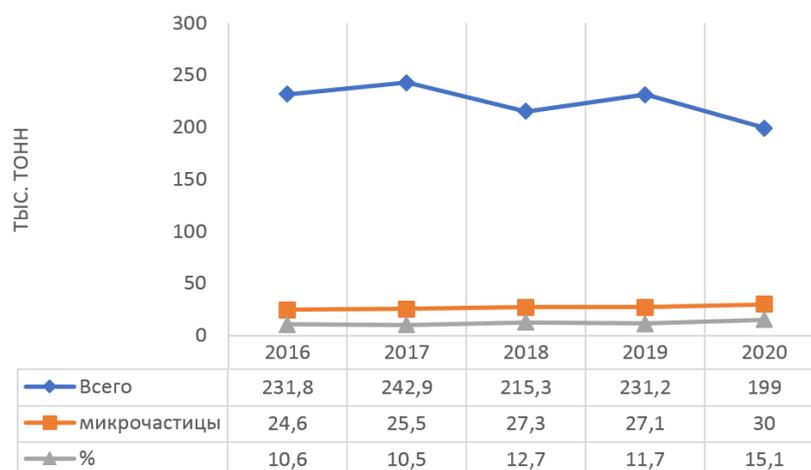


Рис. 37. Загрязнения воздуха Мурманской области (тыс. т в год)

При этом следует отметить, что в 2020 г. в атмосферный воздух г. Мончегорска поступило 25,1 % всех загрязняющих веществ Мурманской области, в воздух городов Кировск и Апатиты поступило по 8 % от общего объема, в воздух г. Оленегорск — 3 %, в воздух Ловозерского района — 0,7 % [82], однако здесь речь идет не о с. Ловозеро, а о пос. Ревда, поэтому можно считать, что в воздух с. Ловозеро не поступало загрязняющих веществ от стационарных источников. В воздух поступают также загрязнения и от нестационарных источников (автотранспорт), которые могут содержать микрочастицы черного углерода. Однако данный вид загрязнений системой наблюдения за качеством воздуха в Мурманской области отдельно не фиксируется.

Повышенные разовые концентрации взвешенных веществ (пыли, включая микрочастицы) в атмосферном воздухе в 2020 г. зафиксированы только в летние месяцы и только в городах Апатиты (до 3,2 ПДК) и Кировск (до 2,4 ПДК). Среднемесячные концентрации взвешенных веществ повышались также только в этих городах (в г. Апатиты — до 1,4 ПДК, а в г. Кировск — до 1,3 ПДК) также в июне [82].

Таким образом, загрязнение воздуха взвешенными веществами, в т. ч. микрочастицами, объективно наблюдается только в городах Апатиты (с частотой 9,7 % в неблагоприятные по метеорологическим условиям летние месяцы) и Кировск (разово летом). В г. Мончегорске не фиксируется загрязнение воздуха взвешенными частицами, однако фиксируется превышение концентраций сернистого газа. Атмосферный воздух г. Оленегорска загрязнен минимально по сравнению со всеми промышленными центрами Мурманской области, превышение концентраций загрязняющих веществ не фиксируется ни по одному из компонентов. Воздух с. Ловозеро является практически чистым.

Как мы видим, объективно с проблемой загрязнения воздуха микрочастицами сталкиваются только жители г. Апатиты и в небольшой степени жители г. Кировск. Поэтому изначально предполагалось, что максимально должны быть готовы платить за снижения риска здоровью жители этих городов, особенно г. Апатиты.

В табл. 29 приведены расчетные значения стоимости болезни для городов, в которых проводилось исследование. Расчет осуществлялся путем суммирования средних сумм, которые люди были готовы платить ежегодно в течение 5 лет за снижение риска: недополучения доходов за время возможной болезни; нести медицинские расходы; за счет предотвращения (профилактики) заболевания; получения дискомфорта и неудобств от болезни. Полученная сумма умножалась на 5, поскольку во время интервьюирования респондентам изначально предлагалось осуществлять ежегодные платежи в течение 5 лет. Как видно из табл. 9, рассчитанная стоимость болезни очень сильно различается от города к городу. Причем предельные значения отличаются в 40 раз. Максимально высоко стоимость болезни оценили жители городов Кировск — 120 270 руб. и Апатиты — 84660 руб. В г. Мончегорске следующим за городами Кировск и Апатиты рассчитанная стоимость болезни получилась в 8-10 раз меньше. Это можно объяснить реальными условиями, а именно тем, что в городах Апатиты и Кировск жителями ежегодно наблюдаются и осознаются неблагоприятные условия, вызванные превышением предельно допустимых концентраций содержания микрочастиц в воздухе.

Что касается оценки среднестатистической жизни, рассчитанной по суммам, которые респонденты готовы платить за снижение риска преждевременной смерти от загрязнения атмосферного воздуха, умноженным на 5 (лет), то результаты выглядят не убедительно, находясь в диапазоне от 510 до 35 520 руб. Вероятно, респонденты, отвечая на данный вопрос не оценивали стоимость своей жизни, они оценивали вероятность летального исхода, вызванного загрязнением воздуха в тех населенных пунктах, где они проживают. С этой точки зрения результаты выглядят объяснимо. Вероятность заболеть в следствии загрязнения воздуха в с. Ловозеро, где не отмечается никаких загрязнений, отсутствуют промышленные предприятия и даже количество машин, а интенсивность движения не велики, является очень маленькой — в 70 раз меньше, чем в г. Кировск или в 20 раз меньше, чем в г. Апатиты (сравнивая получившиеся суммы).

Таблица 29

Стоимость болезни и среднестатистической жизни в городах Мурманской области

Город	Стоимость болезни (1) + (2) + (3) + (4) x 5 руб.	Стоимость среднестатистической жизни (5) x 5 руб.
Апатиты	84 660	11 275
Кировск	120 270	35 520
Мончегорск	12 220	6 030
Оленегорск	9 990	5 250
Ловозеро	3 155	510

Обсуждение результатов и основные выводы

Главная цель проведенного пилотного исследования заключалась в апробации метода WTP за снижение рисков здоровью, вызванных загрязнением воздуха микрочастицами. Исследование проводилось одновременно в 5 городах Мурманской области, состояние атмосферного воздуха в которых различалась очень сильно. Вариативность и большой разброс результатов позволяет сделать вывод о том, что апробируемый метод можно использовать для выявления предпочтений сообществ, находящихся в схожих условиях по отношению к исследуемой проблеме. Это означает, что полученные результаты нельзя интерполировать на большие территории, например, на Мурманскую область в целом.

Требуется обсуждения задача формирования у респондентов определенности в отношении последствий и стоимости выбора. В пилотном исследовании мы ограничились сообщением справочной информации об опасности для здоровья загрязнения воздуха микрочастицами. Тот факт, что в городах, имеющих документально подтвержденный факт загрязнения воздуха микрочастицами, население готово платить большие суммы для снижения рисков здоровью, позволяет сделать вывод, что использованный подход формирования у респондентов определенности в отношении последствий себя оправдал. Однако формирование у респондентов определенности стоимости выбора можно поставить под вопрос. Проведение исследования методом фокус-групп могло бы решить задачу их информирования и формирования у них представления о проблеме и определенности в отношении последствий стоимости выбора, однако результаты, полученные данным методом, сильно зависят от личности и опыта модератора [83], следовательно, такой подход не может быть универсальным. Поэтому рекомендуется в справочной информации также представить достоверные сведения о стоимости болезней, вызываемых загрязнением воздуха микрочастицами, возможно, даже основанные на методе калькуляция стоимости болезни (COI).

Величина оценки стоимости ущербов устойчиво коррелирует только с возрастом респондентов: молодежь оценивает ущерб здоровью от факторов, связанных с загрязнением воздуха микрочастицами существенно выше, чем другие возрастные группы независимо от уровня доходов.

Респонденты, имеющие доход выше среднего по области, в 5 раз чаще готовы платить не нулевые суммы за снижение рисков здоровью от загрязнения воздуха, по сравнению с группой, имеющей доход выше прожиточного уровня, но ниже среднего по области. Это косвенно может объяснять вывод о том, что «развитие регионов описывается экологической кривой Кузнеца с разнящимися параметрами и, соответственно, различными точками перегиба, когда при росте значения валового регионального продукта на душу населения выбросы на душу населения вместо роста начинают снижаться» [84]. Более обеспеченные граждане больше озабочены вопросами экологического благополучия, эти запросы транслируются в общественное пространство разными способами, изменяя ситуацию.

Рассчитанная стоимость болезни, вызванной загрязнением воздуха, выше в тех городах, где выше вероятность ее получить, там, где отмечаются случаи превышения концентрации микрочастиц в воздухе городов. Насколько полученные суммы отражают реальную стоимость болезни судить сложно, необходимо сравнить полученные результаты с результатами, полученными методом калькуляции стоимости, болезни (COI). Стоимостная оценка среднестатистической жизни, полученная в ходе пилотного исследования, на наш взгляд, отражает вероятность летального исхода от болезней, связанных с загрязнением, в различных городах, чем в реальности отражает стоимость среднестатистической жизни.

Таким образом, проведенное пилотное исследование по апробации метода WTP за снижение рисков здоровью, вызванных загрязнением воздуха микрочастицами, показало, что метод может быть использован для расчета стоимости болезни. Для получения более релевантных результатов необходимо тщательно подойти к вопросу формирования у респондентов определенности в отношении последствий и стоимости выбора. Этому поможет подготовка вводной информации о проблеме и ее последствиях, а также о реальных стоимостях болезни, полученных, например, методом калькуляции стоимости (COI), или же информирование о нормативной стоимости лечения таких болезней. Для настройки расчета стоимости среднестатистической жизни методом WTP необходимо провести дополнительные исследования. Полученные результаты показывают, что молодое поколение более трепетно относится к своему здоровью и более требовательно к качеству окружающей среды. Результаты исследования подтвердили известную зависимость желаний общества решать экологические проблемы по мере роста благосостояния (экологическая кривая Кузнеца).

ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПЛОЩАДКАМИ КРУПНЫХ ГОРНО-ХИМИЧЕСКИХ И ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

Введение

Современная методология оценки ущерба здоровью населения от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды включает два крупных блока подходов. В основе первого — натуральные показатели, характеризующие обусловленную экологическими воздействиями динамику здоровья. В эту группу входят методы расчета потерянных лет жизни (YLL); количество потерянных лет трудоспособной жизни (YLD); годы жизни, скорректированные по нетрудоспособности (DALY); годы жизни, скорректированные с учетом качества (QALY).

Второй блок подходов ориентирован на монетизацию величины ущерба здоровью населения и включает набор приемов стоимостной его оценки. Совокупность входящих в этот блок подходов базируется на принципах: 1) прямого расчета издержек, связанных с лечением заболеваний, обусловленных негативными экологическими воздействиями; 2) определения негативного эффекта для экономики, связанного с потерей производительности труда работников на период нетрудоспособности; 3) общественной оценки рисков для жизни и здоровья населения, связанных с негативными экологическими воздействиями. По мнению ряда исследователей [85–87], главными на сегодня подходами к экономической оценке ущерба здоровью населения, основанными на перечисленных принципах, выступают методология прямого затратного калькулирования стоимости болезни (COI) и совокупность приемов, основанных на оценке готовности людей платить (WTP) за минимизацию риска заболеть или расстаться с жизнью.

Как было показано в предыдущих работах авторов [78, 88], наличие различных методологических подходов к стоимостной оценке ущерба обусловлено многоаспектностью стоящих перед исследователями задач. При этом универсальной технологии, которая удовлетворяла бы потребности всех заинтересованных в оценке ущерба здоровью, не существует. Подготовка каждого конкретного исследования должна базироваться на соответствующем его задачам методологическом базисе. В контексте целей настоящего анализа задачей этого раздела работы выступает адаптация методологии COI для осуществления стоимостной оценки ущерба здоровью населения территорий Мурманской области, являющихся производственными резиденциями крупных горно-химических и горно-металлургических компаний.

Общая методология оценки стоимости болезни

Метод расчета цены заболевания (COI) на базе определения фактической себестоимости лечения пациента был предложен Д. Райс [89] в 1966 г. Этот подход к определению ущерба здоровью впервые дал возможность осуществлять стоимостную оценку потерь благосостояния с позиции общества в целом [86].

Расходы, включаемые в расчет COI, составляют три группы: прямые, косвенные и нематериальные издержки [90]. Совокупность затрат, связанных непосредственно с лечением и реабилитацией пациента, принято называть прямыми. К ним относятся расходы на диагностику, приобретение медикаментов, оплату труда медицинского персонала, содержание задействованных в лечении и реабилитации пациента медицинских учреждений и т. п. Кроме того, к таким издержкам принято также относить

немедицинские расходы, являющиеся прямым следствием болезни — расходы на уход за пациентом вне медицинского учреждения. К непрямым (косвенным) издержкам относится упущенная выгода общества в связи с возникшим по причине заболевания сокращением производительности труда.

Теоретический базис концепции COI предоставляет возможность конструировать методологию, подходящую для решения различного рода задач. Исследователи выделяют три критерия [86, 89, 91, 92], различные комбинации которых позволяют осуществлять такого рода настройку:

- с позиции использования медицинских данных: анализ на основе распространенности и первичной заболеваемости;
- с позиции направления калькуляции расходов: сверху-вниз и снизу-вверх;
- с позиции исследуемого временного периода: ретроспективные и перспективные оценки.

При расчете стоимости заболевания *на основе распространенности болезни* учитывается заболеваемость на протяжении определенного периода (как правило, года). В расчет берутся все факты наличия недуга, как выявленные в течение исследуемого периода, так и уже имевшие место на его начало. Также включаются расходы, осуществленные на протяжении исследуемого периода и обусловленные обеими группами фактов заболевания. При определении стоимости болезни на основе *первичной заболеваемости* в расчет включаются пожизненные расходы на лечение пациентов с соответствующим диагнозом, выявленным в течение исследуемого периода.

Выбор направления *калькуляции затрат* определяется стоящими перед исследователем задачами. Для того, чтобы получить укрупненную оценку распределения сложившихся расходов системы здравоохранения между конкретными заболеваниями, используется *подход «сверху-вниз»* (top-down approach). Напротив, для того, чтобы «собрать» стоимость отдельного диагноза в рамках экономического анализа первичной заболеваемости, используется *направление калькуляции издержек «снизу-вверх»* (bottom-up approach).

Перспективные и ретроспективные исследования COI проводятся в работах, посвященных анализу как распространенности, так и заболеваемости. Разница между ними определяется отношением момента начала исследования к исследуемому периоду. В ретроспективном анализе все соответствующие события уже произошли, перспективные исследования имеют характер прогнозов.

Теоретической базой для оценки косвенных расходов выступают две конкурирующие между собой концепции: *человеческого капитала* и *фрикционных издержек*. Подход к оценке, основанный на концепции человеческого капитала (Human capital approach, HCA) заключается в отождествлении его будущих доходов с его будущим вкладом в экономику. Обоснованием для такого рода отождествления является идея о том, что заработная плата является рыночной оценкой стоимости произведенного человеком труда (и, соответственно, вклада в экономику). В таком случае стоимостным эквивалентом труда, который не будет осуществлен человеком, в виду обусловленной заболеванием нетрудоспособности, является неполученная им заработная плата, продисконтированная с учетом продолжительности периода нетрудоспособности.

Альтернативным по отношению к HCA является подход к определению размера косвенных расходов, основанный на концепции фрикционных издержек (Friction costs approach, FCA). Его появление было вызвано критикой в отношении HCA в связи с недостаточной состоятельностью лежащего в его основе ключевого допущения о наличии на рынке труда равновесия без или с небольшой безработицей (в этой ситуации работник не может быть заменен). Данное допущение предполагает, что, если человек теряет трудоспособность, то его место в составе рабочей силы уже не будет замещено. Очевидно, что для реальной ситуации в экономике любой страны это достаточно маловероятная ситуация.

Концептуально идея FCA была сформулирована голландскими учеными [93] в 1992 г. и заключалась в принятии в качестве издержек от потери производительности совокупности временных расходов работодателя, необходимость понести которые связана с организацией временного замещения выбывшего работника и поиском нового кандидата на вакантную должность. Ключевая предпосылка FCA состоит в том, что выбывающих сотрудников могут без существенной потери производительности заменить другие штатные сотрудники или новые работники, привлеченные с рынка труда [94]. При этом период, в течение которого работодатель осуществляет поиск, обучение и замену заболевшего работника новым, называется фрикционным периодом, а соответствующие расходы — фрикционными издержками.

Необходимо констатировать, что как подход, основанный на оценке человеческого капитала, так и метод фрикционных издержек широко используются исследователями для оценки экономического ущерба от болезней и смертности населения. При этом согласно проведенному в 2018 г. исследованию [95] оценка ущерба, основанная на расчете человеческого капитала используется намного чаще — более чем в 90 % случаев расчета стоимости болезни. Также отмечается, что оценки ущерба, проводимые с использованием методологии расчета фрикционных издержек, дают, как правило, существенно меньшие оценки потерь производительности, чем оценки, выполненные на основе расчетов человеческого капитала — размах колебаний разницы в оценках составляет от 1,3 до 65 [95].

В российской практике наиболее широко применяются подходы к оценке ущерба, основанные на методологии расчета стоимости болезни, включающие калькуляцию затрат на лечение и оценку потерь от недопроизводства продукции, что в целом соответствует методологии COI [113]. При этом многие российские исследования [91, 96–101] характеризуются одним существенным отличием. Определение косвенных издержек (потерь производительности), включаемых в стоимость болезни, в отличие от широко применяющихся за рубежом HCA и FCA, в отечественной практике, как правило, осуществляется на основании оценки ВВП, непроизведенного работником за время вынужденной нетрудоспособности.

В частности, эта методологическая позиция была утверждена в качестве официальной совместным Приказом Минэкономразвития РФ, Минздравсоцразвития РФ, Минфина РФ и Росстата «Об утверждении Методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения» [86]. Однако, как справедливо отмечает В. В. Омеляновский, он представляет собой модифицированный метод человеческого капитала со всеми присущими ему недостатками [96]. Главным плюсом «официального» подхода является лежащая в его основе строго регламентированная система показателей государственной статистики, получаемых из официальных источников.

Многие отечественные исследовательские разработки [96–99, 101] ориентированы на совершенствование методологии экономической оценки бремени через расчет стоимости болезни. Авторы исследования [101] систематизируют прямые издержки, обусловленные потерей здоровья и разделяют ущерб на три составляющие, возникающие, соответственно, в результате заболеваемости, инвалидизации и смертности, применяя для оценки потерянной в связи с временной нетрудоспособностью работника производительности приведенную стоимость удельного размера ВВП.

В основном применяемые в России методологические разработки, ориентированные на определение ущерба здоровью через расчет стоимости болезни, ориентированы на государственный административно-территориальный масштаб. Работы по перефокусировке этих макроэкономических подходов на решение задач регионального контекста достаточно редки. Среди прочих можно выделить исследование Т. М. Дерстугановой и соавторов [91], посвященное попытке адаптации официальной методики [102], применяемой для осуществления соответствующих оценок на национальном уровне, к решению задачи оценки ущерба в региональном масштабе.

По мнению многих специалистов, российская практика применения стоимости заболевания для оценки бремени болезней для общества имеет серьезный потенциал совершенствования [96, 97, 100], что вместе с тем не умаляет значимости и полезности этого подхода. Для успешного применения COI при исследованиях последствий экологических воздействий на здоровье населения необходима адаптация базовых подходов под конкретные цели исследования.

Адаптация метода для целей исследования

Использование подхода COI в региональном контексте для оценки ущерба здоровью населения, обусловленного неблагоприятными экологическими воздействиями, требует определенной адаптации методологии. Во-первых, необходимо ответить на вопросы: какие диагнозы или их группы следует учитывать при определении связанного с экологическим воздействием бремени болезней, а также какую медицинскую статистику для этого можно использовать. Во-вторых, необходимо обосновать состав расходов, учитываемых при расчете стоимости болезни, также принимая во внимание наличие и доступность соответствующих данных в региональной статистике. В-третьих, надо выбрать методологический подход (НСА, FCA или их комбинацию) к определению косвенных издержек.

Результаты предпринятого в главах 2 и 3 сравнительного анализа заболеваемости позволяют констатировать наличие ряда отклонений в состоянии здоровья населения, проживающего на территориях деятельности горнодобывающих и металлургических компаний, от средних значений по Мурманской области (табл. 30).

Таблица 30

Заболеваемость населения Мурманской области и ГДМК в 2014–2015 гг.

Классы болезней по МКБ-10	Мурманская обл.	Территории ГДМК
Общая заболеваемость взрослого населения	1760,4 ± 1,3	1792,6 ± 2,5
I. A00-B99. Инфекционные и паразитарные болезни	48,0 ± 0,2	43,3 ± 0,4
II. C00-D48. Новообразования	90,2 ± 0,3	72,4 ± 0,5
III. D50-D89. Болезни крови, кроветворных органов	12,8 ± 0,1	13,0 ± 0,2
IV. E00-E90. Болезни эндокринной системы	114,4 ± 0,4	95,9 ± 0,6
V. F00-F99. Психические расстройства	39,0 ± 0,2	56,5 ± 0,5
VI. G00-G99. Болезни нервной системы	215,7 ± 0,5	250,2 ± 0,9
VII. H00-H59. Болезни глаза (миопия)	28,4 ± 0,2	39,2 ± 0,4
VIII. H60-H95. Болезни уха (хронический отит)	2,1 ± 0,1	2,0 ± 0,1
IX. I00-I99. Болезни системы кровообращения	300,2 ± 0,5	310,8 ± 1,0
X. J00-J99. Болезни органов дыхания	201,2 ± 0,5	234,0 ± 0,9
XI. K00-K93. Болезни органов пищеварения	136,3 ± 0,4	114,5 ± 0,7
XII. L00-L99. Болезни кожи и подкожной клетчатки	72,0 ± 0,3	63,8 ± 0,5
XIII. M00-M99. Болезни костно-мышечной системы	232,8 ± 0,5	256,1 ± 0,9
XIV. N00-N99. Болезни мочеполовой системы	186,3 ± 0,4	153,5 ± 0,8
XVII. Q00-Q99. Врожденные аномалии	1,8 ± 0,0	2,0 ± 0,1
XIX. S00-T98. Травмы, отравления	79,8 ± 0,3	99,2 ± 0,6

Так, превышение показателей среднеобластной заболеваемости на территории городов, выступающих производственными площадками крупных горно-химических и горно-металлургических предприятий, наблюдается по следующим классам: психические расстройства; болезни нервной системы, глаза (миопия), системы кровообращения, органов дыхания, костно-мышечной системы; травмы и отравления. При этом по отдельным классам среднеобластная заболеваемость выше, чем на территориях ГДМК. К ним относятся: инфекционные и паразитарные болезни; новообразования;

болезни эндокринной системы, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, мочеполовой системы. На практически одинаковых уровнях на территориях ГДМК и в среднем по области в исследуемом периоде находится заболеваемость по следующим классам: болезни крови и кроветворных органов, уха (хронический отит).

Данные ФГБУ «Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [10] свидетельствуют о том, что на протяжении длительного периода наблюдений основными поллютантами, оказывающими воздействие на качество атмосферного воздуха в Мурманской области, являются газообразные и жидкие диоксид серы, оксиды углерода и азота, а также твердые частицы (табл. 31).

Таблица 31

Динамика выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в Мурманской области за 2013-2017 гг., тыс. т

Загрязняющие вещества	2013	2014	2015	2016	2017
Всего	269,769	276,415	275,840	231,808	242,919
В т. ч.:					
твердые	23,700	30,107	26,609	24,611	25,793
газообразные и жидкие	246,069	246,308	249,231	207,197	217,126
Из них:					
диоксид серы	205,402	201,741	205,249	161,586	161,329
оксид углерода	15,764	17,529	16,820	16,552	19,676
оксиды азота (в пересчете на NO)	13,496	14,943	14,555	15,357	17,341
углеводороды (без ЛОС)	8,347	8,304	8,344	8,111	9,558
летучие органические соединения	1,811	2,645	2,877	2,783	6,48
прочие газообразные и жидкие	1,25	1,145	1,385	2,808	2,742

Результаты многих исследований и основанные на них государственные стандарты экологического регулирования однозначно связывают систематические превышения в окружающем воздухе диоксида серы с комплексом заболеваний органов дыхания [1]. Также выбросы SO₂, являющиеся причиной накопления диоксида серы в атмосфере, обычно приводят к образованию других оксидов серы (SO_x), которые, реагируя с различными соединениями в окружающем воздухе, образуют микрочастицы PM_{2,5} [103]. Мелкие частицы преодолевают аэрогематический барьер в легких и попадают напрямую в кровеносную систему [3], нарушая эндотелий кровеносных сосудов. По данным ВОЗ, негативное влияние PM₁₀ и PM_{2,5} на здоровье человека является абсолютно доказанным. Это влияние может быть обусловлено как кратковременной (в течение часов или дней), так и долговременной (в течение месяцев или лет) экспозицией и включает заболевания органов зрения, респираторную и сердечно-сосудистую заболеваемость, например, обострение астмы и респираторных симптомов, рост числа случаев госпитализации, а также смертность от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, рака легкого.

Сопоставление данных ФГБУ «Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» о специфике состава загрязняющих веществ, преобладающих в атмосферном воздухе на территории Мурманской области, и данных ВОЗ о связанных с ними заболеваниях позволяет сделать предположение, что превышения среднеобластной заболеваемости на территориях ГДМК следует ожидать в отношении следующих групп болезней: глаза (миопия), системы кровообращения, органов дыхания. и позволяет расценивать превышение заболеваемости по перечисленным группам

диагнозов на территориях ГДМК над среднеобластными значениями как результат соответствующих экологических воздействий, а также оперировать ими при расчете экологического ущерба здоровью населения, хотя, безусловно, нет оснований утверждать, что экологический фактор является единственной причиной указанных отклонений в состоянии здоровья населения. Это предположение делает возможным принятие для целей расчета стоимости болезней на территориях ГДМК, обусловленных воздействием микрочастиц, количества фактов соответствующих заболеваний, на которое превышен среднеобластной уровень заболеваемости.

Осуществление большей части видов медицинской помощи населению в РФ отнесено к полномочиям органов государственной власти регионов. Источником финансирования региональной системы здравоохранения в Мурманской области являются средства Фонда обязательного медицинского страхования. В соответствии со ст. 7 Закона Мурманской области от 12.11.2012 (ред. от 11.08.2021) «Об охране здоровья граждан на территории Мурманской области» (далее — Закон) управление средствами обязательного медицинского страхования на данной территории, предназначенными для обеспечения гарантий бесплатного оказания медицинской помощи населению, осуществляется Территориальным фондом обязательного медицинского страхования (ТФОМС). Основным документом, определяющим объемы, стоимость и порядок предоставления медицинских услуг жителям региона, в соответствии со ст. 10 Закона, является Территориальная программа государственных гарантий. Этот документ, а также официальные материалы ТФОМС и официальная статистика Министерства здравоохранения Мурманской области — статистические сборники «Деятельность медицинских организаций Мурманской области за 2013–2015 гг.» и «Заболеваемость населения Мурманской области в 2013–2015 гг.» [71] являются источниками информации, необходимой для расчета стоимости болезни в отношении определенных ранее групп заболеваний.

При расчете COI предусмотрены некоторые методологические приемы допущения и оговорки, обусловленные в основном неполнотой имеющейся в распоряжении исследователей медицинской статистики.

Во-первых, в существующей медицинской статистике отсутствует информация о количестве пролеченных больных в круглосуточных и дневных стационарах, а также амбулаторно в разрезе групп заболеваний по МКБ-10. Следует отметить, что в справочнике «Деятельность медицинских организаций Мурманской области за 2013–2015 гг.» [71] содержится информация о профиле коек, развернутых в круглосуточных и дневных стационарах, однако классификация профилей коек не совпадает с классификацией групп заболеваний по МКБ-10, и на практике возникают ситуации, когда, например, пациент с пульмонологическим или сердечно-сосудистым заболеванием получает лечение в терапевтическом отделении и т. п. Этот информационный пробел не позволяет дать точную селективную оценку расходов, связанных с определенной группой заболеваний, и ставит перед исследователями задачу обоснования способов разделения расходов, понесенных региональной системой здравоохранения между соответствующими группами заболеваний. Для ее решения авторами исследования предложен следующий методологический прием: поскольку информация об общей заболеваемости и заболеваемости в разрезе МКБ-10 в разрезе территорий в статистике присутствует равно, как и информация о численности больных, пролеченных в круглосуточных, дневных стационарах и амбулаторно, — принять допущение о том, что структура заболеваемости пациентов, проходящих лечение в стационарах и амбулаторно будет аналогична общей структуре заболеваемости в разрезе МКБ-10.

Во-вторых, в связи с отсутствием в официальной статистике информации о продолжительности временной нетрудоспособности больных в течение года в разрезе административно-территориальных образований и групп болезней, которая является необходимой для оценки косвенных издержек методом расчета размера человеческого капитала (НСА), период временной нетрудоспособности, связанный с соответствующей группой диагнозов оценивался как суммарная продолжительность лечения пациентов в круглосуточном и дневном стационарах.

В-третьих, в связи с отсутствием информации о стоимости амбулаторно-поликлинической медицинской помощи и лечения в условиях стационара в разрезе нозологических групп для оценки соответствующих расходов областной системы здравоохранения были использованы предусмотренные Территориальной программой государственных гарантий на 2015 г. средние нормативы финансовых затрат на единицу объема медицинской помощи (на 1 посещение с профилактической и иными целями при оказании медицинской помощи в амбулаторных условиях медицинскими организациями и на 1 случай госпитализации в медицинских организациях) [104].

В-четвертых, при расчете стоимости болезни оценивались только расходы, связанные с лечением взрослого населения. Такое допущение было принято на основании предположения о более длительной экспозиции в окружающем воздухе поллютантов в отношении этой категории населения и, как следствие, более выраженной обусловленности выделенных групп заболеваний соответствующими негативными экологическими воздействиями. Также из расчета прямых расходов исключены немедицинские расходы, являющиеся прямым следствием болезни, — на уход за пациентом вне медицинского учреждения в связи с отсутствием источников информации для оценки этого компонента стоимости болезни.

Важным для правильной интерпретации полученных результатов является принятие во внимание специфики, обусловленной укрупнением данных в муниципальных районах, на территории которых экологическая ситуация может различаться радикально. Так, например, в Печенгском и Ковдорском районах наиболее экологически не благополучны пгт. Никель и г. Ковдор. Экологическая ситуация в других поселениях этих муниципальных районов существенно лучше. Агрегация статистических данных до уровня муниципального района нивелирует эти различия, что приводит к недооценке ущерба здоровью населения территорий, где непосредственно расположены производственные объекты — источники поллютантов.

С учетом перечисленных оговорок алгоритм экономической оценки ущерба здоровью населения отдельных территорий региона от негативного экологического воздействия включает два этапа: расчет прямых и расчет косвенных расходов (табл. 32). Прямые расходы определяются как сумма затрат на амбулаторно-поликлиническое лечение пациентов и лечение в круглосуточном и дневном стационаре. Косвенные издержки определяются как размер невыплаченной заработной платы работникам, находившимся на больничном, с учетом средней продолжительности периода нетрудоспособности по соответствующей группе заболеваний и среднего размера заработной платы в анализируемом периоде на территории соответствующего муниципального образования.

Алгоритм расчета стоимости болезни (СОИ) для оценки ущерба здоровью населения региона, обусловленного негативными экологическими воздействиями

Элемент калькуляции затрат, этап расчета		Порядок расчета	Код шага	
Расчет прямых расходов, I этап	А. Стоимость амбулаторного лечения	Определение доли заболеваемости j -й группой заболеваний (по МКБ-10) в общей заболеваемости на i -й территории ГДМК	I.A.1	
		Определение соответствующего рассчитанной доле количества посещений амбулатории на i -й территории ГДМК (согласно принятому ранее предположению, предлагается считать соответствующий объем посещений связанным с лечением j -й группой заболеваний)	I.A.2	
		Определение размера превышения заболеваемости на i -й территории ГДМК по j -й группе заболеваний над среднеобластным уровнем, выражение полученного превышения в абсолютном значении количества связанных посещений амбулатории	I.A.3	
		Расчет стоимости амбулаторного лечения путем умножения количества посещений, рассчитанного на шаге 3, на величину среднего норматива финансовых затрат на 1 посещение, установленного Территориальной программой государственных гарантий	I.A.4	
	Б. Стоимость лечения в круглосуточном стационаре	Определение соответствующего рассчитанной на шаге I.A.1 доле численности больных, пролеченных в стационаре на i -й территории ГДМК	I.B.1	
		Расчет численности пролеченных в стационаре больных, связанной с превышением среднеобластного уровня заболеваемости по j -й группе заболеваний, с помощью метода, предложенного на шаге I.A.3	I.B.2	
		Расчет стоимости лечения в круглосуточном стационаре путем умножения результата шага I.B.2 на величину среднего норматива финансовых затрат на 1 случай госпитализации в медицинских организациях (установлен ТППГ)	I.B.3	
	В. Стоимость лечения в дневном стационаре	Определение расчетной продолжительности лечения пациентов в дневных стационарах, соответствующей рассчитанной на шаге I.A.1 доле, на территориях ГДМК в разрезе классов заболеваний	I.B.1	
		Оценка продолжительности лечения пациентов в дневных стационарах от заболеваний, обусловленных негативными экологическими воздействиями	I.B.2	
		Расчет стоимости лечения в дневном стационаре путем умножения результата шага I.B.2 на величину среднего норматива финансовых затрат на 1 пациенто-день лечения в условиях дневных стационаров (установлен ТППГ)	I.B.3	
	Расчет косвенных расходов, II этап	А. Потери производительности	Определение совокупной продолжительности периода нетрудоспособности пациентов с заболеваниями j -й группы в связи с пребыванием в круглосуточном стационаре путем умножения численности больных, определенной на шаге I.B.2, на среднюю длительность пребывания больного на койке для i -й территории ГДМК	II.A.1
			Определение совокупной продолжительности периода нетрудоспособности пациентов с заболеваниями j -й группы в связи с прохождением лечения в дневном стационаре на i -й территории ГДМК	II.A.2
Расчет потерь производительности путем сложения показателей, полученных на шагах II.A.2 и II.A.3, и последующего умножения полученной суммы на средний размер заработной платы за 2015 г. для i -й территории ГДМК			II.A.3	
Расчет величины ущерба, III этап	А. Стоимость болезни (СОИ)	Сложение показателей, рассчитанных на этапах I.A.4, I.B.3, I.B.3, II.A.3	III.A.1	

Данные и расчеты

В соответствии с предложенным алгоритмом оценка ущерба здоровью населения от негативного экологического воздействия содержащихся в окружающем воздухе поллютантов была проведена в отношении территорий Мурманской области, являющихся производственными площадками крупных горно-металлургических и горно-химических компаний. К таким административно-территориальным образованиям относятся города Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорский и Печенгский районы. Оценка ущерба проводилась на основании статистических данных за 2015 г.

Шаг 1.А.1. Доля заболеваемости болезнями глаза, системы кровообращения и органов дыхания на территории городов Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорского и Печенгского районов в процентном выражении от общей заболеваемости на соответствующих территориях в исследуемом периоде выделена рамкой в табл. 33.

Нужно отметить, что в исследуемой выборке административно-территориальных образований превышения среднеобластного уровня заболеваемости наблюдались не по всем нозологическим группам, что, как представляется, может свидетельствовать об отсутствии значимого ущерба здоровью в отношении соответствующих групп заболеваний. Вместе с тем по остальным нозологическим группам на территории ГДМК имеет место значимое превышение среднеобластного уровня заболеваемости (ячейки в табл. 33 выделены серым цветом).

Таблица 33

Заболеваемость населения Мурманской области и пяти ГДМК в 2014–2015 гг.

Территории ГДМК, показатели		Все болезни	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. N00-N59. Болезни глаза (миопия)	IX. I00-I99. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Мурманская обл.	Абс. значения	1114887	21831	230764	154662
	Относит. значения, ‰	х	28,4 + 0,2	300,2+0,5	201,2+0,5
	Доля в общей заб-сти, %	х	2	20,7	13,9
Г. Апатиты	Абс. значения	88764	3332	18315	14954
	Относит. значения, ‰	х	57,8 + 1	317,7 + 1,9	259,4 + 1,8
	Доля в общей заб-сти, %	х	3,8	20,6	16,8
Г. Кировск	Абс. значения	43448	1316	11348	6680
	Относит. значения, ‰	х	44,3 + 1,2	382,1 + 2,8	224,9 + 2,4
	Доля в общей заб-сти, %	х	3	26,1	15,4
Г. Мончегорск	Абс. значения	67338	1999	12960	11695
	Относит. значения, ‰	х	43,0 + 0,9	278,7 + 2,1	251,5 + 2
	Доля в общей заб-сти, %	х	3	19,2	17,4
Г. Оленегорск	Абс. значения	39658	718	8176	6776
	Относит. значения, ‰	х	24,3 + 0,9	276,7 + 2,6	229,3 + 2,4
	Доля в общей заб-сти, %	х	1,8	20,6	17,1
Ковдорский р-он	Абс. значения	30561	523	5905	4506
	Относит. значения, ‰	х	26,6 + 1,2	300,5 + 3,3	229,3 + 3
	Доля в общей заб-сти, %	х	1,7	19,3	14,7
Печенгский р-он	Абс. значения	43863	433	9930	6914
	Относит. значения, ‰	х	11,5 + 0,6	263,4 + 2,3	183,4 + 2
	Доля в общей заб-сти, %	х	1	22,6	15,8

Шаг 1.А.2. Определение расчетного количества посещений амбулатории на территории городов Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорского и Печенгского районов с целью лечения заболеваний глаз, системы кровообращения и органов дыхания представлено в табл. 34 (выделено рамкой). Для этих целей общее количество посещений амбулаторно поликлинической службы умножено на долю соответствующей группы заболеваний в общей заболеваемости по каждой из территорий ГДМК.

Таблица 34

Расчетное количество посещений амбулатории на территориях ГДМК в 2015 г. по группам болезней

Территории ГДМК, показатели		Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. N00-N59. Болезни глаза (миопия)	IX. 100-199. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Апатиты	Доля в общей заболеваемости, %	x	3,8	20,6	16,8
	Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	501203	x	x	x
	В т. ч. расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	206496	19046	103248	84202
Г. Кировск	Доля в общей заболеваемости, %	x	3	26,1	15,4
	Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	235321	x	x	x
	В т. ч. расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	104718	7060	61419	36239
Г. Мончегорск	Доля в общей заболеваемости, %	x	3	19,2	17,4
	Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	428291	x	x	x
	В т. ч. расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	169603	12849	82232	74523
Г. Оленегорск	Доля в общей заболеваемости, %	x	1,8	20,6	17,1
	Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	260423	x	x	x
	В т. ч. расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	102867	4688	53647	44532
Ковдорский р-он	Доля в общей заболеваемости, %	x	1,7	19,3	14,7
	Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	157288	x	x	x
	В т. ч. расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	56152	2674	30357	23121
Печенгский р-он	Доля в общей заболеваемости, %	x	1	22,6	15,8
	Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	207168	x	x	x
	В т. ч. расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	81624	2072	46820	32733

Шаг 1.А.3. Определение размера превышения заболеваемости болезнями глаз, системы кровообращения и органов дыхания на территории городов Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорского и Печенгского районов над среднеобластным уровнем и его выражение в абсолютном значении количества связанных посещений амбулатории показаны в табл. 35 (выделено рамкой).

Расчетное количество посещений амбулатории
на территориях ГДМК в 2015 г. по группам болезней, обусловленное воздействием экологического фактора

Территории ГДМК, показатели		Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. N00-N59. Болезни глаза (миопия)	IX. I00-I99. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Апатиты	Расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	206496	19046	103248	84202
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3,8	20,6	16,8
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1,8		2,9
	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	2785	343		2442
Г. Кировск	Расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	104718	7060	61419	36239
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3	26,1	15,4
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1	5,4	1,5
	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	3931	71	3317	544
Г. Мончегорск	Расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	169603	12849	82232	74523
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3	19,2	17,4
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1		3,5
	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	2737	128	0	2608
Г. Оленегорск	Расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	102867	4688	53647	44532
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1,8	20,6	17,1
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x			3,2
	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	1425	0	0	1425
Ковдорский р-он	Расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	56152	2674	30357	23121
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1,7	19,3	14,7
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x			0,8
	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	185	0	0	185
Печенгский р-он	Расчетное количество посещений амбулатории по группам болезней	81624	2072	46820	32733
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1	22,6	15,8
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x		1,9	1,9
	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	1511	0	890	622

Шаг 1.А.4. Расчет стоимости амбулаторного лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, приведен в табл. 36 (выделено рамкой).

Таблица 36

Расчетная стоимость амбулаторного лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, на территории ГДМК в 2015 г.

Территории ГДМК, показатели		Посещения амбулаторно-поликлинической службы, всего	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. N00-N59. Болезни глаза (миопия)	IX. 100-199. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Апатиты	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	2785	343		2442
	Средний норматив финансовых затрат на 1 посещение (установлен ТПГ для базовой программы ОМС), руб.	668,97	668,97	668,97	668,97
	Расходы на амбулаторное лечение, руб.	1 862 870	229 338	–	1 633 532
Г. Кировск	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	3931	71	3317	544
	Средний норматив финансовых затрат на 1 посещение (установлен ТПГ для базовой программы ОМС), руб.	668,97	668,97	668,97	668,97
	Расходы на амбулаторное лечение, руб.	2 629 589	47 227	2 218 715	363 646
Г. Мончегорск	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	2737	128	0	2608
	Средний норматив финансовых затрат на 1 посещение (установлен ТПГ для базовой программы ОМС), руб.	668,97	668,97	668,97	668,97
	Расходы на амбулаторное лечение, руб.	1 830 823	85 954	–	1 744 869
Г. Оленегорск	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	1425	0	0	1425
	Средний норматив финансовых затрат на 1 посещение (установлен ТПГ для базовой программы ОМС), руб.	668,97	668,97	668,97	668,97
	Расходы на амбулаторное лечение, руб.	953 305	–	–	953 305
Ковдорский р-он	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	185	0	0	185
	Средний норматив финансовых затрат на 1 посещение (установлен ТПГ для базовой программы ОМС), руб.	668,97	668,97	668,97	668,97
	Расходы на амбулаторное лечение, руб.	123 740	–	–	123 740
Печенгский р-он	Количество посещений амбулатории, обусловленное воздействием экологических факторов	1511	0	890	622
	Средний норматив финансовых затрат на 1 посещение (установлен ТПГ для базовой программы ОМС), руб.	668,97	668,97	668,97	668,97
	Расходы на амбулаторное лечение, руб.	1 011 147	–	595 102	416 045

Шаг I.B.1. Определение соответствующего рассчитанной на шаге I.A.1 доле численности пациентов, пролеченных в круглосуточных стационарах на территориях ГДМК, в разрезе классов заболеваний приведено в табл. 37 (выделено рамкой).

Таблица 37

Расчетная численность пациентов в разрезе классов заболеваний, пролеченных в круглосуточных стационарах на территории ГДМК в 2015 г.

Территории ГДМК, показатели		Пролечено больных в круглосуточных стационарах	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. H00-H59. Болезни глаза (миопия)	IX. I00-199. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Апатиты	Доля в общей заболеваемости, %	x	3,8	20,6	16,8
	Всего	5159	x	x	x
	В т. ч. в разрезе видов болезней	2126	196	1063	867
Г. Кировск	Доля в общей заболеваемости, %	x	3	26,1	15,4
	Всего	8173	x	x	x
	В т. ч. в разрезе видов болезней	3637	245	2133	1259
Г. Мончегорск	Доля в общей заболеваемости, %	x	3	19,2	17,4
	Всего	9320	x	x	x
	В т. ч. в разрезе видов болезней	3691	280	1789	1622
Г. Оленегорск	Доля в общей заболеваемости, %	x	1,8	20,6	17,1
	Всего	4715	x	x	x
	В т. ч. в разрезе видов болезней	1862	85	971	806
Ковдорский р-он	Доля в общей заболеваемости, %	x	1,7	19,3	14,7
	Всего	1963	x	x	x
	В т. ч. в разрезе видов болезней	701	33	379	289
Печенгский р-он	Доля в общей заболеваемости, %	x	1	22,6	15,8
	Всего	4183	x	x	x
	В т. ч. в разрезе видов болезней	1648	42	945	661

Шаг I.B.2. Определение размера превышения заболеваемости болезнями глаз, системы кровообращения и органов дыхания на территории городов Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорского и Печенгского районов над среднеобластным уровнем, а также соответствующей расчетной численности пациентов круглосуточных стационаров в 2015 г. приведено в табл. 38 (выделено рамкой).

Расчетная численность пациентов круглосуточных стационаров на территории ГДМК в 2015 г.
по группам болезней, обусловленных воздействием экологического фактора

Территории ГДМК, показатели		Пролечено больных в круглосуточных стационарах	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. N00-N59. Болезни глаза (миопия)	IX. I00-I99. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Алашты	В разрезе видов болезней	2126	196	1063	867
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3,8	20,6	16,8
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1,8		2,9
	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	29	4		25
Г. Кировск	В разрезе видов болезней	3637	245	2133	1259
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3	26,1	15,4
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1	5,4	1,5
	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	137	2	115	19
Г. Мончегорск	В разрезе видов болезней	3691	280	1789	1622
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3	19,2	17,4
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1		3,5
	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	60	3	0	57
Г. Олонецкий	В разрезе видов болезней	1862	85	971	806
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1,8	20,6	17,1
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x			3,2
	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	26	0	0	26
Ковдорский р-он	В разрезе видов болезней	701	33	379	289
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1,7	19,3	14,7
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x			0,8
	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	2	0	0	2
Печенгский р-он	В разрезе видов болезней	1648	42	945	661
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1	22,6	15,8
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x		1,9	1,9
	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	31	0	18	13

Шаг 1.Б.3. Расчет стоимости лечения пациентов в круглосуточных стационарах от заболеваний, связанных с негативными экологическими воздействиями на здоровье населения городов Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорского и Печенгского районов, приведен в табл. 39 (выделено рамкой).

Таблица 39

Расчетная стоимость лечения в круглосуточных стационарах пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, на территориях ГДМК в 2015 г.

Территории ГДМК, показатели		Пролечено больных в круглосуточных стационарах	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. N00-N59 Болезни глаза (миопия)	IX. 100-199. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Апатиты	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	29	4		25
	Средний норматив финансовых затрат на 1 случай госпитализации (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	38810,09	38810,1	38810,09
	Расходы на лечение в круглосуточных стационарах, руб.	x	136951	0	975478
Г. Кировск	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	137	2	115	19
	Средний норматив финансовых затрат на 1 случай госпитализации (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	38810,09	38810,1	38810,09
	Расходы на лечение в круглосуточных стационарах, руб.	x	95158	4470544	732720
Г. Мончегорск	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	60	3	0	57
	Средний норматив финансовых затрат на 1 случай госпитализации (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	38810,09	38810,1	38810,09
	Расходы на лечение в круглосуточных стационарах, руб.	x	108513	0	2202814
Г. Оленегорск	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	26	0	0	26
	Средний норматив финансовых затрат на 1 случай госпитализации (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	38810,09	38810,1	38810,09
	Расходы на лечение в круглосуточных стационарах, руб.	x	0	0	1001319
Ковдорский р-он	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	2	0	0	2
	Средний норматив финансовых затрат на 1 случай госпитализации (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	38810,09	38810,1	38810,09
	Расходы на лечение в круглосуточных стационарах, руб.	x	0	0	89593
Печенгский р-он	Расчетная численность пациентов стационара с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	31	0	18	13
	Средний норматив финансовых затрат на 1 случай госпитализации (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	38810,09	38810,1	38810,09
	Расходы на лечение в круглосуточных стационарах, руб.	x	0	697099	487353

Шаг I.B.1. Определение расчетной продолжительности лечения пациентов в дневных стационарах на территориях ГДМК в разрезе классов заболеваний приведено в табл. 40 (выделено рамкой).

Таблица 40

Расчетная численность дней лечения,
проведенных пациентами в дневных стационарах,
на территории ГДМК в 2015 г. в разрезе классов заболеваний

Территории ГДМК, показатели		Проведено больными дней лечения в дневных стационарах	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. H00-H59. Болезни глаза (миопия)	IX. I00-I99. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Апатиты	Доля в общей заболеваемости, %	х	3,8	20,6	16,8
	Всего	28159	х	х	х
	В т. ч. в разрезе видов болезней	11602	1070	5801	4731
Г. Кировск	Доля в общей заболеваемости, %	х	3	26,1	15,4
	Всего	20962	х	х	х
	В т. ч. в разрезе видов болезней	9328	629	5471	3228
Г. Мончегорск	Доля в общей заболеваемости, %	х	3	19,2	17,4
	Всего	21306	х	х	х
	В т. ч. в разрезе видов болезней	8437	639	4091	3707
Г. Оленегорск	Доля в общей заболеваемости, %	х	1,8	20,6	17,1
	Всего	15897	х	х	х
	В т. ч. в разрезе видов болезней	6279	286	3275	2718
Ковдорский р-он	Доля в общей заболеваемости, %	х	1,7	19,3	14,7
	Всего	5185	х	х	х
	В т. ч. в разрезе видов болезней	1851	88	1001	762
Печенгский р-он	Доля в общей заболеваемости, %	х	1	22,6	15,8
	Всего	16886	х	х	х
	В т. ч. в разрезе видов болезней	6653	169	3816	2668

Шаг I.B.2. Определение размера превышения заболеваемости болезнями глаз, системы кровообращения и органов дыхания на территории городов Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорского и Печенгского районов над среднеобластным уровнем и соответствующей продолжительности лечения пациентов в дневных стационарах на территориях ГДМК приведено в табл. 41 (выделено рамкой).

Расчетная продолжительность лечения пациентов в дневных стационарах
на территории ГДМК в 2015 г. по группам болезней, обусловленных воздействием экологического фактора

Территории ГДМК, показатели		Проведено больными дней лечения в дневных стационарах	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. H00-H59. Болезни глаза (миопия)	IX. I00-I99. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Апатиты	В разрезе видов болезней, дни	11602	1070	5801	4731
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3,8	20,6	16,8
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1,8		2,9
	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	156	19		137
Г. Кировск	В разрезе видов болезней, дни	9328	629	5471	3228
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3	26,1	15,4
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1	5,4	1,5
	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	350	6	295	48
Г. Мончегорск	В разрезе видов болезней, дни	8437	639	4091	3707
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	3	19,2	17,4
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x	1		3,5
	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	136	6	0	130
Г. Оленегорск	В разрезе видов болезней, дни	6279	286	3275	2718
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1,8	20,6	17,1
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x			3,2
	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	87	0	0	87
Ковдорский р-он	В разрезе видов болезней, дни	1851	88	1001	762
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1,7	19,3	14,7
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x			0,8
	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	6	0	0	6
Печенгский р-он	В разрезе видов болезней, дни	6653	169	3816	2668
	Среднеобластная заболеваемость по группам болезней, %	x	2	20,7	13,9
	Заболеваемость по группам болезней на территории ГДМК, %	x	1	22,6	15,8
	Превышения среднеобластной заболеваемости на территории ГДМК, %	x		1,9	1,9
	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	123	0	73	51

Шаг 1.В.3. Расчет стоимости лечения в дневном стационаре пациентов от заболеваний, связанных с негативными экологическими воздействиями на здоровье населения городов Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорского и Печенгского районов, приведен в табл. 42 (выделено рамкой).

Таблица 42

Расчетная стоимость лечения в дневных стационарах пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, на территориях ГДМК в 2015 г.

Территории ГДМК, показатели		Проведено больными днями лечения в дневных стационарах	Классы болезней по МКБ-10		
			VII. N00-N59. Болезни глаза (миопия)	IX. 100-199. Болезни системы кровообращения	X. J00-J99. Болезни органов дыхания
Г. Апатиты	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	156	19		137
	Средний норматив финансовых затрат на 1 пациенто-день (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	1965,49	1965,49	1965,49
	Расходы на лечение в дневных стационарах, руб.	x	37 857	–	269 647
Г. Кировск	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	350	6	295	48
	Средний норматив финансовых затрат на 1 пациенто-день (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	1965,49	1965,49	1965,49
	Расходы на лечение в дневных стационарах, руб.	x	12 360	580 681	95 173
Г. Мончегорск	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	136	6	0	130
	Средний норматив финансовых затрат на 1 пациенто-день (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	1965,49	1965,49	1965,49
	Расходы на лечение в дневных стационарах, руб.	x	12 563	–	255 029
Г. Оленегорск	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	87	0	0	87
	Средний норматив финансовых затрат на 1 пациенто-день (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	1965,49	1965,49	1965,49
	Расходы на лечение в дневных стационарах, руб.	x	–	–	170 975
Ковдорский р-он	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	6	0	0	6
	Средний норматив финансовых затрат на 1 пациенто-день (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	1965,49	1965,49	1965,49
	Расходы на лечение в дневных стационарах, руб.	x	–	–	11 985
Печенгский р-он	Расчетная продолжительность лечения пациентов с заболеваниями, связанными с негативными экологическими воздействиями, дни	123	0	73	51
	Средний норматив финансовых затрат на 1 пациенто-день (установлен ТТГ для базовой программы ОМС), руб.	x	1965,49	1965,49	1965,49
	Расходы на лечение в дневных стационарах, руб.	x	–	142 515	99 634

Шаги II.A.1 и II.A.2. Расчет совокупного периода нетрудоспособности пациентов дневного и круглосуточного стационаров приведен в табл. 43 (выделено рамкой).

Таблица 43

Расчет совокупного периода нетрудоспособности пациентов дневного и круглосуточного стационаров на территориях ГДМК в 2015 г., дней

Территории ГДМК	Пролежено больных в круглосуточных стационарах	Средняя длительность пребывания больного на койке	Продолжительность временной нетрудоспособности на время пребывания в круглосуточном стационаре	Продолжительность временной нетрудоспособности на время пребывания в дневном стационаре	Итого, совокупная продолжительность периода временной нетрудоспособности
Г. Апатиты	29	47,7	1367	156	1524
Г. Кировск	137	10,8	1474	350	1825
Г. Мончегорск	60	9,8	584	136	720
Г. Оленегорск	26	9,0	232	87	319
Ковдорский р-он	2	10,4	24	6	30
Печенгский р-он	31	11,0	336	123	459

Шаг II.A.3. Расчет потерь производительности приведен в табл. 44 (выделено рамкой).

Таблица 44

Расчет потерь производительности

Территории ГДМК	Итого, совокупная продолжительность периода временной нетрудоспособности, дни	Средняя з/пл на территории ГДМК в 2015 г., руб.	Оценка потерь производительности, рублей гр. 4 = гр. 2 * гр. 3/30 дней
Г. Апатиты	1524	39779,1	2 020 778
Г. Кировск	1825	56264,2	3 422 739
Г. Мончегорск	720	44351,6	1 064 438
Г. Оленегорск	319	41760,4	444 052
Ковдорский р-он	30	45663,3	45 663
Печенгский р-он	459	49274,3	753 897

Шаг III.A.1. Расчет величины ущерба здоровью населения от воздействия неблагоприятных экологических факторов (табл. 45).

Таблица 45

Оценка ущерба здоровью населения территорий ГДМК Мурманской области в 2015 г. от воздействия неблагоприятных экологических факторов по методологии стоимости болезни (СОI)

Территории ГДМК	Прямые издержки			Косвенные издержки	Итого, размер ущерба, руб.
	Оценка издержек на амбулаторное лечение пациентов	Оценка издержек на лечение пациентов в круглосуточных стационарах	Оценка издержек на лечение пациентов в дневных стационарах	Оценка потерь производительности, руб.	
Г. Апатиты	1 862 870	1 112 429	307 504	2 020 778	5 303 581
Г. Кировск	2 629 589	5 298 422	688 214	3 422 739	12 038 964
Г. Мончегорск	1 830 823	2 311 327	267 592	1 064 438	5 474 180
Г. Оленегорск	953 305	1 001 319	170 975	444 052	2 569 651
Ковдорский р-он	123 740	89 593	11 985	45 663	270 981
Печенгский р-он	1 011 147	1 184 452	242 149	753 897	3 191 645

Обсуждение результатов и основные выводы

1. Результаты проведенных расчетов позволяют сделать ряд выводов. Во-первых, необходимо отметить, что экологическая нагрузка на здоровье населения промышленных районов Мурманской области влечет за собой как дополнительные расходы системы здравоохранения, так и недополучение региональной экономикой части добавленной стоимости, формируемой трудом. Совокупные оценки ущерба, обусловленного этими двумя причинами, составили в 2015 г. округленно 21,1 млн руб. и 7,8 млн руб. соответственно. Общий ущерб здоровью составил 28,9 млн руб. Абсолютные значения ущерба могут на первый взгляд показаться недостаточно существенными. Однако необходимо иметь в виду, что предложенная для оценки ущерба методология, по существу, характеризует лишь его нижнюю границу, поскольку в качестве натуральной метрики ущерба были использованы величины превышения заболеваемости в отдельных муниципалитетах над заболеваемостью в среднем по региону по выбранным группам диагнозов. В то же время в каждом из изученных административно-территориальных образований экологическими причинами может быть обусловлена гораздо большая заболеваемость по сравнению с учтенной в исследовании. Еще одним обстоятельством, объясняющим низкий уровень оценки ущерба, является принятие к учету при расчете потерь производительности только временной нетрудоспособности на период пребывания пациента в круглосуточном или дневном стационаре. Периоды временной нетрудоспособности, когда пациент лечился амбулаторно, в расчете не учитывались в связи с отсутствием необходимой информации.

Наибольшую нагрузку на региональную систему здравоохранения в исследуемом периоде оказали связанные с загрязнением окружающего воздуха заболевания органов дыхания. Они обусловили 11,6 млн руб. (55 %) медицинских расходов. Расходы на лечение заболеваний системы кровообращения и глаза составили соответственно 8,7 млн руб. (41 %) и 0,8 млн руб. (4 %) медицинских расходов.

2. Предложенная в исследовании методология анализа представляет собой интерпретацию подхода к расчету стоимости болезни (COI), реализованную с учетом имеющихся в наличии данных медицинской статистики. Существенными характеристиками разработанной модели являются ее ретроспективный характер, метод калькуляции затрат «снизу-вверх» (bottom-up-approach), расчет косвенных издержек на основе метода человеческого капитала (Human capital approach). С точки зрения авторов такой набор базовых правил в модели является оптимальным для достижения цели исследования — оценки ущерба здоровью населения территорий региона, подверженных систематическим неблагоприятным экологическим воздействиям.

Слабым местом предложенного подхода является, во-первых, отсутствие длительной статистики наблюдений за содержанием в атмосферном воздухе основных поллютантов (включая микрочастицы) на территории всех участвующих в исследовании административно-территориальных образований. Это обстоятельство не позволяет использовать медицинские методы (в частности, функции «воздействие – ответ») для установления последствий загрязнения для здоровья подверженного воздействию населения. Поэтому для определения отклонений в состоянии здоровья подверженных экологическим воздействиям территорий был применен статистический метод сопоставления со средним. Во-вторых, отсутствие необходимой медицинской статистики для обеспечения возможности селективного расчета стоимости лечения пациентов с различными группами заболеваний. Эти сложности определили необходимость принятия ряда методологических допущений. Вместе с тем можно констатировать, что в условиях недостатка статистической информации предложенная методология является рабочей и позволяет осуществлять укрупненные оценки ущерба здоровью населения от неблагоприятных экологических воздействий в региональном масштабе.

Заключение

Обобщение и критический анализ опубликованных в отечественной и зарубежной литературе научных работ, а также результатов собственных исследований, выполненных в рамках проекта № 19-05-50065 «Микромир», позволили определить основные закономерности, методические подходы и критерии оценки социально-экономических последствий вредного действия на организм человека приоритетных видов наноразмерных частиц в составе атмосферных загрязнений в районах размещения крупных комплексов горно-химической и горно-металлургической промышленности в АЗРФ. Следует отметить, что в настоящее время государственное регулирование и мониторинг микрочастиц, которые являются одним из самых распространенных видов загрязнений воздуха, ограничивается лишь определением массы мелкодисперсных фракций твердых аэрозолей диаметром 10 и 2,5 мкм (PM10 и PM2,5) в кубическом метре атмосферного воздуха, что вызывает справедливую критику многих исследователей в силу того, что частицы с аэродинамическим размером менее 0,1 мкм обладают существенно отличающимися параметрами вредных эффектов, ассоциированных с их действием на организм в сравнении с PM2,5¹, особенно в отношении нарушений здоровья детей².

Очевидно, что эффективное решение актуальных проблем в сфере сохранения здоровья населения Арктики невозможно без существенного повышения результативности научно-практических исследований источников, путей распространения, оценки вредных эффектов и разработки мер по предотвращению опасных последствий нарастающего воздействия на природную среду и здоровье населения загрязнений воздуха наноразмерными аэрозолями в индустриализованных районах АЗРФ.

Исследования, выполненные в рамках блока, посвященного источникам и проблемам распространения загрязнений атмосферы арктических широт микрочастицами (включая черный углерод), свидетельствуют, что на фоне других аэрополлютантов микрочастицы в целом и черный углерод в частности способны вызывать наиболее негативные последствия для здоровья. Данное обстоятельство является причиной систематической недооценки заболеваемости и преждевременной смертности, вызванной выбросами черного углерода. Особенно остро эта проблема стоит в контексте недостаточной изученности негативных синергетических эффектов для здоровья от одновременного воздействия аэрополлютантов и экстремально низких температур, специфичных для регионов Арктики. Обусловленные выбросами черного углерода проблемы не ограничиваются ухудшением здоровья населения — важным следствием загрязнения являются также новые вызовы, выражающиеся в деградации природных арктических экосистем (в частности, изменение альbedo льда и снега и ускорение их таяния).

В результате анализа основных причин загрязнения окружающего воздуха микрочастицами черного углерода установлено, что их важным источником являются лесные пожары и преднамеренное сжигание сельскохозяйственных угодий, лугов и лесов. На долю пожаров в приарктических лесах Сибири, Канады и Аляски приходится более 10 % общего осаждения черного углерода в Арктике. Не менее значимыми факторами выступают растущее по мере освоения высоких широт энергопотребления

¹ Рузаков В. О., Гурвич В. Б., Рослый О. Ф., Гребенкина С. В. Проблема разработки гигиенических нормативов для аэрозолей, содержащих наночастицы // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 6. С. 39–42.

² Johnson N. M., Hoffmann A. R., Behlen J. C. et al. Air pollution and children's health — a review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter // Environ. Health Prev. Med. 26. 72 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12199-021-00995-5>

жилищно-коммунального сектора и увеличение объемов хозяйственной деятельности человека в арктических широтах. Развитие горно-металлургических и горно-химических производств, использующих большое количество двигателей внутреннего сгорания и продвижение сельского хозяйства на север устойчиво приводят к увеличению выбросов микрочастиц черного углерода в атмосферу регионов Арктики. Очевидно, что социально-экономическое значение перечисленных научно-практических проблем требует первоочередного внимания исследователей к вопросам мониторинга и контроля выбросов черного углерода в арктических широтах, а также принятия действенных административных мер по их сокращению.

Основным результатом работы, посвященной решению задачи комплексной оценки частоты и распространенности нарушений здоровья (заболеваемости) среди населения, проживающего на территориях размещения крупных горно-химических и горно-металлургических компаний Мурманской области, стали выводы о весьма вероятной ассоциации ряда наиболее распространенных классов заболеваний с выбросами в атмосферу загрязнений, содержащих значительную часть наноразмерных аэрозолей. Эти выводы были подтверждены и верифицированы в разделе работы, посвященном углубленному анализу заболеваемости отдельных категорий работников «Кольской горно-металлургической компании» в г. Мончегорске Мурманской области, подверженных наиболее существенному воздействию вредных производственных факторов, в связи с чем послужившей индикативной группой для оценки популяционной зависимости возникновения определенных классов заболеваний от интенсивности экспозиции к микрочастицам.

Превышение показателей среднеобластной заболеваемости на территории городов, в районах которых размещены крупные горно-химических и горно-металлургических предприятия, было выявлено в отношении психических расстройств, болезней нервной системы, органов зрения, системы кровообращения, органов дыхания и костно-мышечной системы. Сопоставление данных региональной метеорологической службы о специфике состава загрязняющих веществ, преобладающих в атмосферном воздухе на отдельных территориях Мурманской области, позволило сделать предположение, что превышения среднеобластной заболеваемости на территориях ГДМК по перечисленным классам болезней может являться результатом вредного воздействия загрязнений, содержащих значительные количества микрочастиц, что в целом совпадает с опубликованными данными международных организаций и исследовательских проектов, относящихся к неарктическим территориям¹.

Однако следует иметь в виду, что выполненный критический анализ имеющихся доказательств, основанных исключительно на статистических показателях заболеваемости населения, подвергающегося воздействию атмосферных загрязнений, где микрочастицы играют одну из наиболее существенных ролей в возникновении нарушений здоровья, не позволяет, в силу целого ряда причин, достоверно оценить ожидаемое снижение частоты и распространенности ассоциированных с этими загрязнениями заболеваний при реализации программ по снижению выбросов микрочастиц в окружающую среду. Главной методологической проблемой в установлении такого рода зависимостей являются серьезные недостатки в диагностике, учете, регистрации заболеваний, потенциально связанных с загрязнениями воздуха микрочастицами, а также

¹ Slezakova K., Morais S., Pereira M. Atmospheric Nanoparticles and Their Impacts on Public Health // Current Topics in Public Health, edited by Alfonso Rodriguez-Morales. IntechOpen. 2013. 10.5772/54775

недоступность информации о составе и уровнях таких загрязнений в объектах окружающей среды. Существенное значение имеют также такие факторы, как низкая осведомленность населения о рисках возникновения конкретных заболеваний при воздействии наноразмерных аэрозольных загрязнений, поздняя обращаемость при их возникновении, а также длительные сроки возникновения клинических проявлений патологических процессов, вызываемых экспозицией к этим загрязнениям, например, злокачественные новообразования, хронические болезни системы кровообращения и органов дыхания.

Вместе с тем основные результаты анализа и основанные на нем выводы свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований по разработке и применению предиктивных технологий оценки вредного влияния различных видов загрязнений на здоровье человека, которые основаны на определении специфических биомаркеров риска, позволяющих доказательно предвидеть возможность возникновения будущих болезней, которые имеют причинную связь с воздействием отдельных видов наноразмерных частиц на организм человека, что, безусловно, является новым научным результатом и создает существенный задел для работы в этом направлении.

Основные результаты, полученные в заключительной части исследования, ориентированы на формирование экономической проекции проблематики ущерба здоровью населения от неблагоприятного воздействия загрязнения атмосферного воздуха микрочастицами. Для решения этой задачи авторами исследования осуществлена адаптация методологических подходов WTP и COI к субрегиональному уровню оценки ущерба здоровью населения в условиях реального уровня информированности людей о воздействии на здоровье содержащихся в атмосферном воздухе микрочастиц, а также с учетом информативности существующей системы медицинской статистики.

Результаты оценки ущерба, проводившейся по методологии WTP, характеризуются большой вариативностью и разбросом. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что апробируемый метод можно использовать для выявления предпочтений сообществ, находящихся в схожих условиях по отношению к исследуемой проблеме, а полученные результаты нельзя интерполировать на большие территории, например, на Мурманскую область в целом. Еще одним значимым ограничением использования предложенной методологии, как показала практика исследования, является низкая осведомленность населения о возможных последствиях для здоровья от воздействия опасных экологических факторов и, как следствие, экономическая недооценка возможного ущерба, обусловленного ими. Вместе с тем, несмотря на перечисленные ограничения, проведенное пилотное исследование по апробации метода WTP за снижение рисков здоровью, вызванных загрязнением воздуха микрочастицами, показало, что он может быть использован для проведения оценок на субрегиональном уровне.

В свою очередь, адаптированная и апробированная авторами методология оценки стоимости болезни также продемонстрировала применимость к решению задач оценки ущерба здоровью населения в территориальном контексте региона и отдельных расположенных на его территории муниципальных образований. При этом следует иметь в виду, что, в силу ряда перечисленных в исследовании обстоятельств, абсолютные значения оценки ущерба определяют только его нижнюю границу. Вместе с тем можно констатировать, что в условиях недостаточного учета и качества доступной медицинской статистической информации о нарушениях здоровья на ранних стадиях развития патологических процессов предложенная методология может быть полезной для популяционной оценки ущерба здоровью населения от неблагоприятных экологических воздействий в региональном масштабе.

Для дальнейшего совершенствования методологии оценки и управления рисками причинения ущерба здоровью населения, подвергающегося воздействию наноразмерных аэрозолей в арктических условиях необходимы дальнейшие научные исследования и разработки в следующих приоритетных направлениях:

- научное обоснование новых методов и критериев оценки экспозиции, эффекта и восприимчивости организма к воздействию наноразмерных аэрозолей и их применение в форме стандартизованных протоколов для лабораторных и экспериментальных доклинических исследований на биологических моделях различных видов микрочастиц, а также рекомендации по их применению в системе мер по комплексной оценке экологических рисков и рисков возникновения связанных с ними нарушений здоровья населения, их прогнозированию, мониторингу и предотвращению;

- разработка методологии по оценке модифицирующего действия низкотемпературной среды и других природно-климатических факторов на возникновение токсических эффектов, тяжести их клинических проявлений и исходов, вызываемых наноразмерными аэрозолями;

- разработка методов оценки внешних и внутренних факторов, определяющих токсикокинетику наночастиц при различных уровнях экспозиции и путях их поступления в организм человека;

- совершенствование и валидизация методов оценки экономического ущерба в результате воздействия разных видов микрочастиц и их токсичности, в т. ч. в специфических условиях Арктики;

- научное обоснование изменений и дополнений в системы государственного регулирования допустимых пределов для загрязнений объектов окружающей среды микрочастицами;

Литература

1. Burnett R., Chen H., Szyszkowicz M., Fann N., Hubbell B., Spadaro J. V. et al. Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018. Vol. 115, no. 38. P. 9592–9597.
2. Valavanidis A., Fiotakis K., Vlachogianni T. Airborne Particulate Matter and Human Health: Toxicological Assessment and Importance of Size and Composition of Particles for Oxidative Damage and Carcinogenic Mechanisms // *Journal of Environmental Science and Health, Part C*. 2008. Vol. 26, no. 4. P. 339–362.
3. Холодов А. С., Кириченко К. Ю., Задорнов К. С., Голохваст К. С. Влияние твердых взвешенных частиц атмосферного воздуха населенных пунктов на здоровье человека // *Вестник Камчатского гос. техн. ун-та*. 2019. № 49. С. 81–88.
4. Sergi B., Azevedo I., Davis S.J., Muller N.Z. Regional and county flows of particulate matter damage in the US // *Environmental Research Letters*. 2020. Vol. 15, no. 10. P. 104073.
5. Касымов С. Р. Промышленная пыль как фактор негативного воздействия на организм человека // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2021. № 2–2. С. 6–8.
6. Chen J., Hoek G. Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis // *Environment International*. 2020. Vol. 143. P. 105974.
7. Горбанев С. А., Никанов А. Н., Чашин В. П. Актуальные проблемы медицины труда в Арктической зоне Российской Федерации // *Медицина труда и промышленная экология*, 2017. Т. 0, № 9, С. 50–51.
8. Никанов А. Н., Чашин В. П., Гудков А. Б., Дорофеев В. М., Стурлис Н. В., Карначев П. И. Медико-демографические показатели и формирование трудового потенциала в Арктике (на примере Мурманской области) // *Экология человека*. 2018. № 1. С. 15–19.
9. Особенности загрязнения — ФГБУ «Мурманское УГМС». URL: <http://www.kolgimet.ru/monitoring-zagraznenija-okruzhajushchei-sredy/centr-monitoringa-zagraznenija-okruzhajushchei-sredy/osobennosti-zagraznenija/> (дата обращения: 11.12.2021).
10. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Мурманской области в 2017 г. URL: https://mpr.gov-murman.ru/upload/iblock/a35/Doklad_za-2017-god_ITOG_1.pdf (дата обращения: 11.12.2021).
11. Park M., Joo H. S., Lee K., Jang M., Kim S.D., Kim I., Borlaza L. J. S., Lim H., Shin H., Chung K. H., Choi Y.-H., Park S. G., Bae M.-S., Lee J., Song H., Park K. Differential toxicities of fine particulate matters from various sources // *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8, no. 1. P. 17007.
12. III A. M. F., Herriges J. A., Kling C. L. *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. 3. New York: Routledge, 2014. 478 p.
13. Jacobson M. *Atmospheric Pollution History, Science, and Regulation*, Cambridge University Press. URL: <http://catdir.loc.gov/catdir/samples/cam033/2001037645.pdf>
14. Silva R. A. et al. Global premature mortality due to anthropogenic outdoor air pollution and the contribution of past climate change // *2013 Environmental Research Letters*. Vol. 8, no. 3. 034005. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/3/034005>
15. Rakesh K. *Tekade Basic Fundamentals of Drug Delivery*. Academic Press, 2019.
16. Постановление Правительства РФ от 17 августа 2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации». URL: <https://base.garant.ru/71473944/>

17. Eninger R. M., Johnson R. L. Unmanned Aerial Systems in Occupational Hygiene — Learning from Allied Disciplines // *The Annals of Occupational Hygiene*. URL: <https://www.anl.gov/argonne-scientific-publications/pub/117149>
18. Тоголян А. А., Фрейдлин И.С. Клетки иммунной системы (серия учебных пособий) // Спб.: Наука. 2000.
19. Senchukova M. A Brief Review about the Role of Nanomaterials, Mineral-Organic Nanoparticles, and Extra-Bone Calcification in Promoting Carcinogenesis and Tumor Progression // *Biomedicines*. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31466331/>
20. Wallington T. J., Sullivan J. L., Hurley M. D. Emissions of CO₂, CO, NO_x, HC, PM, HFC-134a, N₂O and CH₄ from the global light duty vehicle fleet. URL: https://www.researchgate.net/publication/233550020_Emissions_of_CO2_CO_NOx_HC_PM_HFC-134a_N2O_and_CH4_from_the_global_light_duty_vehicle_fleet
21. Diesel Emissions Health and Environmental Effects. URL: <https://mde.maryland.gov/programs/air/mobilesources/pages/dieselhealthandenvironmentaleffects.aspx>
22. Banerjee N. Breathing Polluted Air Shortens People's Lives by an Average of 3 Years. URL: <https://insideclimatenews.org/news/04032020/air-pollution-shortens-life-expectancy-fossil-fuel/>
23. Lelieveld J. et al. Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. URL: <https://academic.oup.com/circovas/res/article/116/11/1910/5770885?login=true>
24. Cleaner Air Tied to Healthier Lungs in Kids. URL: <https://www.nih.gov/news-events>
25. Teixeira A. C. R. et al. PM emissions from heavy-duty trucks and their impacts on human health // *Atmospheric Environment*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231020305483>
26. Biologic Markers in Immunotoxicology. National Research Council (US) Subcommittee on Immunotoxicology. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK235670/>
27. Glencross D. A. Air pollution and its effects on the immune system // *Free Radical Biology and Medicine*. URL: https://www.researchgate.net/publication/338932191_Air_pollution_and_its_effects_on_the_immune_system
28. Diaz-Sanchez D. Pollution and the immune response: atopic diseases – are we too dirty or too clean? // *Immunology*. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2327046/>
29. Smith-Sivertsen T., Tchachtchine V., Lund E. Atopy in Norwegian and Russian adults: a population-based study from the common border area. URL: <https://s-znc.ru/en/international-collaboration/projects-publications/arctic-environmental-health/environmental-pollution-in-murmansk-oblast-and-population-health-1998-2003/>
30. Kindbom K., Nielsen O.-K., Saarinen K. Policy Brief Emissions of Short-Lived Climate Pollutants (SLCP). URL: <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1296537/FULLTEXT01.pdf>
31. Dotterud L.K., Odland J.Ø., Falk E.S. Atopic dermatitis and respiratory symptoms in Russian and Northern Norwegian school children: a comparison study in two Arctic areas and the impact of environmental factors. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15009288/>
32. Glencross D. A. Air pollution and its effects on the immune system. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32007522/>
33. Lee J. T., Son J. Y., Cho Y. S. The adverse effects of fine particle air pollution on respiratory function in the elderly. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17692897/>
34. Im U., Sand M., Makkonen R. Health effects of atmospheric particles in the Nordic and Arctic regions. URL: <https://pub.norden.org/temanord2021-533/temanord2021-533.pdf>
35. Kotaki K., Ikeda H., Fukuda T., Yuhei K., Yuki F. Trends in the prevalence of COPD in elderly individuals in an air-polluted city in Japan: a cross-sectional study. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6452819>

36. Шахова Е. Г. Синуситы: клиника, диагностика, медикаментозное лечение // Вестник ВолГМУ. 2006. Т 4, №20. С. 78–84.
37. Ramanathan M. Jr. et al. Airborne Particulate Matter Induces Nonallergic Eosinophilic Sinonasal Inflammation in Mice. URL: <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1165/rcmb.2016-0351OC>
38. Bednaríková L. et al. The effect of air pollution factors on the frequency of acute laryngotracheitis in children. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2292103/>
39. Dyląg K. A., Wroński B., Przybyszewska K., Dumnicka P. Air pollution is associated with incidence of viral croup among children living in Kraków area. Poland. P. 12.
40. Urban air pollution and chronic obstructive pulmonary disease: a review. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11488305/>
41. Sunyer J. et al. Chronic bronchitis and urban air pollution in an international study // Occupational and Environmental Medicine. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>
42. Traffic-related air pollution near busy roads: the East Bay Children’s Respiratory Health Study. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15184208/>
43. Outdoor air pollution and respiratory health in patients with COPD. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21459856/>
44. Hooper L.G. et al. Ambient Air Pollution and Chronic Bronchitis in a Cohort of U.S. Women // Environmental Health Perspectives. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29410384/>
45. Doiron D., Bourbeau J., Hoogh K. de, Hansell A. L. Ambient air pollution exposure and chronic bronchitis in the Lifelines cohort // Thorax. 2021. Vol. 76, no. 8. P. 772–779
46. World Health Organization // World Health Report. 2002. URL: [WHO_WHR_02.1.pdf](https://www.who.int/whr/2002/)
47. Lung cancer and air pollution: a 27 year follow up of 16 209 Norwegian men. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14645978/>
48. Bos D. et al. Intracranial Carotid Artery Atherosclerosis: Prevalence and Risk Factors in the General Population // Stroke. 2012. Vol. 43, no. 7. P. 1878–1884.
49. Fontana F., Figueiredo P. Immunostimulation and Immunosuppression: Nanotechnology on the Brink. Review. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smt.201700347>
50. Reilly J. P. et al. Low to Moderate Air Pollutant Exposure and Acute Respiratory Distress Syndrome after Severe Trauma. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30067389>
51. Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование // Материалы XVI Международной научной практической. конференции. Российского общества экологической экономики // Сибирский Федеральный университет. 2021.
52. Ревич Б. А., Харьковская Т. Л., Кваща Е. А., Богоявленский Д. Д., Коровкин А. Г., Королев И. Б. Демографические процессы, динамика трудовых ресурсов и риски здоровью населения европейской части Арктической зоны России / под ред. Б. А. Ревича, Б. Н. Порфирьева. М., 2016.
53. Rice D. P. Estimating the cost of illness // American journal of public health and the nation’s health. 1967. Vol. 57. No. 3. P. 424–440.
54. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2013 году: стат. справочник / Минздрав России, Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения, ФГУ «ЦНИИОЗИЗ» Минздрава РФ. М., 2014. 186 с.
55. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2014 году: стат. справочник / Минздрав России, Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения, ФГУ «ЦНИИОЗИЗ» Минздрава РФ. М., 2015. 186 с.
56. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2015 году: стат. справочник / Минздрав России, Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения, ФГУ «ЦНИИОЗИЗ» Минздрава РФ. М., 2016. 254 с.
57. Медико-демографические показатели Российской Федерации 2010 год: стат. мат-лы / Минздравсоцразвития РФ, Департамент организации медицинской помощи и развития здравоохранения, ФГУ «ЦНИИОЗИЗ» Минздравсоцразвития РФ. М., 2011. 163 с.

58. Медико-демографические показатели Российской Федерации 2009 год: стат. мат-лы / Минздравсоцразвития РФ, Департамент организации медицинской помощи и развития здравоохранения, ФГУ «ЦНИИОЗИЗ» Росздрава. М., 2010. 175 с.
59. Медико-демографические показатели Российской Федерации 2009 год: стат. мат-лы / Минздравсоцразвития РФ, Департамент организации медицинской помощи и развития здравоохранения, ФГУ «ЦНИИОЗИЗ» Росздрава. М., 2015.
60. Численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области в 1989 году / Мурманский областное управление статистики. Мурманск, 1990. 61 с.
61. Численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области в 1989 году / Мурманский областное управление статистики. Мурманск 1991. 67 с.
62. Численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области в 1989 году / Мурманский областное управление статистики. Мурманск 1992. 69 с.
63. Численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области в 1989 году / Мурманский областное управление статистики. Мурманск, 1993. 85 с.
64. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 1997 года / Мурманский областной комитет гос. статистики. Мурманск, 1998. 53 с.
65. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 1998 года / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 1999. 54 с.
66. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 1999 года / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 2000. 57 с.
67. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 2000 года / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 2001. 57 с.
68. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 2001 года / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 2002. 54 с.
69. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2012 г.: стат. справочник / Минздрав России, департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения, ФГУ ЦНИИОЗИЗ Минздрава РФ. М., 2013. 180 с.
70. Noble T. L., Parbhakar-Fox A., Berry R. F., Lottermoser B. Mineral dust emissions at metalliferous mine site. URL: <https://eprints.utas.edu.au/24063/>
71. Постановление Правительства Мурманской области «О Территориальной программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на территории Мурманской области на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов и перечне платных услуг, предоставляемых медицинскими организациями за счет средств предприятий, учреждений, организаций и личных средств граждан».
72. Gambarian M. G. Epidemiological features of chronic respiratory diseases in a number of regions of the Russian Arctic with developed industry // *Profilakticheskaya meditsina*. 2014. Vol. 17, no. 6. P. 71.
73. Чашин В. П., Гудков А. Б., Попова О. Н., Одланд Ю. О., Ковшов А. А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // *Экология человека*. 2014. № 1. С. 3–12.
74. Гнеденко Е., Сафонов Г., Горбунова З. Условная оценка стоимости качества питьевой воды в г. Самаре. 2001.
75. Макроэкономическая оценка издержек для здоровья населения России от загрязнения окружающей среды. 2002. С. 34.

76. Душкова Д. О. Оценка параметров природного и человеческого капитала в контексте современной структуры природопользования Севера России // Арктика: экология и экономика. 2012. № 3. URL: [Ocenka-parametrov-prirodnogo-i-chelovecheskogo-kapitala-v-kontekste-sovremennoy-.pdf](#)
77. Dyadik V. V., Dyadik N. V., Klyuchnikova E. M. Economic assessment of environmental effects on public health: a review of methods // *Human ecology*. 2021. No. 2. P. 57–64.
78. Стоимость загрязнения воздуха 2014. URL: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/the-cost-of-air-pollution_9789264210448-en#page1
79. Методы объявленных предпочтений для выявления предпочтений людей в отношении общественных благ и факторов среды обитания: описание методологии и примеры использования. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01009834751>
80. Комплексная оценка и анализ рисков для здоровья в результате воздействия ионизирующего излучения, химических загрязнителей и других источников вреда. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-5802-8_22?error=cookies_not_supported&code=16e21f9c-13bc-4b06-83c3-968813655c88
81. Ежегодные доклады о состоянии окружающей среды Мурманской области. URL: <https://gov-murman.ru/region/environmentstate/>
82. Горшков М. К. Прикладная социология: методология и методы // Институт социологии РАН. 2011.
83. Druzhinin P., Shkiperova G., Potasheva O. Development Specificity of Russian Regions and the Environmental Kuznets Curve // *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii*. 2020. No. 1. P. 155–167.
84. Hunt A., Ferguson J. A review of recent policy-relevant findings from the environmental health literature. 2010.
85. Kling C. L., Freeman III A. M., Herriges J. A. *The Measurement of Environmental and Resource Values : Theory and Methods*. Routledge, 2014.
86. Chestnut L., Thayer M., Lazo J., Van Den Eeden S. The Economic Value of Preventing Respiratory and Cardiovascular Hospitalizations // *Contemporary Economic Policy*. 2006. Vol. 24. P. 127–143.
87. Дядик В. В., Дядик Н. В., Ключникова Е. М. Теория и методология экономической оценки ущерба здоровью человека от неблагоприятных экологических воздействий // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2020. № 4 (70).
88. Nieminen P., Panychev D., Lyalyushkin S., Komarov G., Nikanov A., Borisenko M., Kinnula V. L., Toljamo T. Environmental exposure as an independent risk factor of chronic bronchitis in northwest Russia // *International Journal of Circumpolar Health*. 2013. 72 (1). 19742.
89. Jo C. Cost-of-illness studies: concepts, scopes, and methods // *Clinical and Molecular Hepatology*. 2014. Vol. 20, no. 4. P. 327–337.
90. Дерстуганова Т. М., Величковский Б. Т., Вараксин А. Н., Гурвич Б. Н., Малых О. Л., Кочнева Н. И., Ярушин Н. В. Оценка влияния социально-экономических факторов на состояние здоровья населения Свердловской области в системе социально-гигиенического мониторинга. 2013. № 6.
91. Rice D. P., Hodgson T. A., Kopstein A. N. The economic costs of illness: a replication and update // *Health care financing review*. 1985. Vol. 7, no. 1. P. 61–80.
92. Koopmanschap M. A., Ineveld B. M. Towards a new approach for estimating indirect costs of disease // *Social Science & Medicine* (1982). 1992. Vol. 34, no. 9. P. 1005–1010.
93. Birnbaum H. Friction-cost method as an alternative to the human-capital approach in calculating indirect costs // *Pharmaco Economics*. 2005. Vol. 23, no. 2. P. 103–104.
94. Pike J., Grosse S. D. Friction Cost Estimates of Productivity Costs in Cost-of-Illness Studies in Comparison with Human Capital Estimates: A Review // *Applied Health Economics and Health Policy*. 2018. Vol. 16, no. 6. P. 765–778.

95. Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/mortality-risk-valuation-in-environment-health-and-transport-policies_9789264130807-en (accessed: 24.01.2021).
96. Игнатъева В. И., Авксентьева М. В. Анализ методологических особенностей исследований по изучению социально-экономического бремени заболеваний в РФ в рамках разработки стандартной методики анализа стоимости болезни с целью ее использования в оценке технологий здравоохранения // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2014. Т. 7, № 3.
97. Bobylev S., Safonov G., Simon A. Макроэкономическая оценка издержек для здоровья населения России от загрязнения окружающей среды. 2002.
98. Сафонов Г., Ревич Б., Бобылев С., Сидоренко В. Методические указания. Экономическая оценка потерь здоровья населения в результате воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды. 2006.
99. Омеляновский В. В., Деркач Е. В., Свешникова Н. Д. Методические проблемы оценки экономического бремени злокачественных новообразований в Российской Федерации. 2012. № 2 (8).
100. Прохоров Б. Б., Шмаков Д. И. Оценка стоимости статистической жизни и экономического ущерба от потерь здоровья // Studies on Russian Economic Development Проблемы прогнозирования. 2002. № 3. С. 125–135.
101. Приказ Минэкономразвития России № 192, Минздравсоцразвития России № 323н, Минфина России № 45н, Росстата № 113 «Об утверждении Методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения».
102. Sulfur Dioxide Basics | US EPA. URL: <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics> (accessed: 16.12.2021).
103. Портал здравоохранения Мурманской области. URL: <http://www.polarmed.ru/> (дата обращения: 18.12.2021).
104. Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту на 1 января 2008–2016 гг.: стат бюллетени Росстата. 2017.

Динамика общей заболеваемости взрослого населения
территорий ГДМК и Мурманской области в 1989–2015 гг., ‰

Итого по всем заболеваниям

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	923,1 ± 0,2	1225,4 ± 0,5	1608,7 ± 1,1	1760,4 ± 1,3	+90,7 %
ГДМК	1039,1 ± 0,3	1420,6 ± 1,4	1668,2 ± 2,1	1792,6 ± 2,5	+72,5 %
г. Апатиты	834,3 ± 1,1	1347,2 ± 2,6	1892,4 ± 5,3	1939,7 ± 5,6	+2,3 раза
г. Кировск	1268,2 ± 2,6	1466,0 ± 4,2	1696,0 ± 6,1	1831,8 ± 7,2	+44,4 %
г. Мончегорск	1233,9 ± 2,0	1698,5 ± 4,3	1721,4 ± 5,0	1754,1 ± 5,3	+42,2 %

Некоторые инфекционные и паразитарные болезни

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	44,3 ± 0,2	66,6 ± 0,2	50,0 ± 0,2	48,0 ± 0,2	+8,4 %
ГДМК	40,7 ± 0,3	67,1 ± 0,5	49,4 ± 0,4	43,3 ± 0,4	+6,4 %
г. Апатиты	38,8 ± 0,6	47,4 ± 0,8	64,5 ± 1,0	50,9 ± 0,9	+31,4 %
г. Кировск	52,4 ± 1,0	61,0 ± 1,2	40,9 ± 1,1	33,8 ± 1,1	-35,4 %
г. Мончегорск	36,2 ± 0,7	105,9 ± 1,2	88,0 ± 1,3	73,5 ± 1,2	+2,0 раза

Новообразования

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	21,9 ± 0,1	41,2 ± 0,2	64,8 ± 0,3	90,2 ± 0,3	+4,1
ГДМК	22,7 ± 0,2	40,5 ± 0,4	54,5 ± 0,5	72,4 ± 0,5	+3,2
г. Апатиты	22,4 ± 0,5	51,5 ± 0,8	75,9 ± 1,1	84,8 ± 1,2	+3,8
г. Кировск	25,0 ± 0,7	35,2 ± 0,9	41,5 ± 1,1	50,3 ± 1,3	+2,0
г. Мончегорск	21,9 ± 0,5	44,8 ± 0,8	58,9 ± 1,0	88,2 ± 1,3	+4,0

Болезни эндокринной системы, нарушения питания и обмена веществ

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	22,2 ± 0,1	46,4 ± 0,2	87,7 ± 0,3	114,4 ± 0,4	+5,2
ГДМК	24,7 ± 0,2	45,4 ± 0,4	77,1 ± 0,5	95,9 ± 0,6	+3,9
г. Апатиты	15,0 ± 0,4	43,9 ± 0,8	58,2 ± 0,9	86,3 ± 1,2	+5,8
г. Кировск	43,8 ± 0,9	68,5 ± 1,3	100,3 ± 1,7	90,1 ± 1,7	+2,1
г. Мончегорск	26,1 ± 0,6	53,2 ± 0,9	97,4 ± 1,3	106,1 ± 1,4	+4,1

Тиреотоксикоз

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	0,8 ± 0,0	0,9 ± 0,0	1,9 ± 0,0	2,0 ± 0,1	+2,4
ГДМК	0,9 ± 0,0	1,0 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	+2,0
г. Апатиты	0,6 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,3 ± 0,1	+2,3
г. Кировск	0,8 ± 0,1	0,7 ± 0,1	2,6 ± 0,3	2,2 ± 0,3	+2,9
г. Мончегорск	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,9 ± 0,2	2,5 ± 0,2	+2,1

Сахарный диабет

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	15,2 ± 0,1	19,1 ± 0,1	31,2 ± 0,2	42,9 ± 0,2	+2,8 раза
ГДМК	15,5 ± 0,2	17,9 ± 0,2	29,9 ± 0,3	39,2 ± 0,4	+2,5 раза
г. Апатиты	12,3 ± 0,3	15,9 ± 0,5	24,9 ± 0,6	31,5 ± 0,7	+2,6 раза
г. Кировск	23,0 ± 0,7	21,5 ± 0,7	37,3 ± 1,1	40,0 ± 1,1	+73,7 %
г. Мончегорск	16,7 ± 0,5	22,8 ± 0,6	36,2 ± 0,8	48,9 ± 1,0	+2,9 раза

**Болезни крови, кроветворных органов
и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм**

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	3,4 ± 0,1	6,6 ± 0,1	9,5 ± 0,1	12,8 ± 0,1	+3,8 раза
ГДМК	4,0 ± 0,1	8,4 ± 0,2	8,2 ± 0,2	13,0 ± 0,2	+3,2 раза
г. Апатиты	2,8 ± 0,2	5,9 ± 0,3	8,3 ± 0,4	10,5 ± 0,4	+3,7 раза
г. Кировск	7,4 ± 0,4	12,5 ± 0,6	7,2 ± 0,5	9,2 ± 0,6	+25,2 %
г. Мончегорск	3,7 ± 0,2	8,6 ± 0,4	11,2 ± 0,5	13,0 ± 0,5	+3,5 раза

Болезни нервной системы и органов чувств

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	104,1 ± 0,3	157,3 ± 0,4	218,9 ± 0,5	215,7 ± 0,5	+2,1 раза
ГДМК	124,8 ± 0,5	167,6 ± 0,7	243,5 ± 0,9	250,2 ± 0,9	+2,0 раза
г. Апатиты	113,5 ± 1,0	188,6 ± 1,5	310,4 ± 1,9	335,6 ± 2,0	+3,0 раза
г. Кировск	155,4 ± 1,6	172,2 ± 1,9	290,0 ± 2,5	287,9 ± 2,6	+85,2 %
г. Мончегорск	160,7 ± 1,4	185,1 ± 1,5	230,5 ± 1,9	228,8 ± 1,9	+42,4 %

Эпилепсия, эпилептический статус

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	0,8 ± 0,0	2,1 ± 0,0	3,6 ± 0,1	4,3 ± 0,1	+5,3
ГДМК	0,7 ± 0,0	2,4 ± 0,1	2,8 ± 0,1	4,0 ± 0,1	+5,6
г. Апатиты	0,7 ± 0,1	2,2 ± 0,2	3,1 ± 0,2	3,1 ± 0,2	+4,8
г. Кировск	0,7 ± 0,1	1,5 ± 0,2	2,6 ± 0,3	4,4 ± 0,4	+6,2
г. Мончегорск	0,6 ± 0,1	1,8 ± 0,2	2,9 ± 0,2	6,3 ± 0,4	+11,0

Поражения периферической нервной системы

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	5,6 ± 0,1	7,6 ± 0,1	5,8 ± 0,1	6,9 ± 0,1	+22,3 %
ГДМК	4,6 ± 0,1	13,3 ± 0,2	6,2 ± 0,2	8,5 ± 0,2	+82,3 %
г. Апатиты	5,3 ± 0,2	38,7 ± 0,7	9,9 ± 0,4	7,7 ± 0,4	+44,3 %
г. Кировск	2,4 ± 0,2	4,7 ± 0,3	4,7 ± 0,4	5,9 ± 0,4	+2,5 раза
г. Мончегорск	7,6 ± 0,3	7,1 ± 0,3	6,5 ± 0,4	10,5 ± 0,5	+38,2 %

Миопия

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., %
Мурманская обл.	32,2 ± 0,2	24,0 ± 0,2	33,5 ± 0,2	28,4 ± 0,2	-11,8
ГДМК	48,3 ± 0,3	29,4 ± 0,3	39,7 ± 0,4	39,2 ± 0,4	-18,9
г. Апатиты	44,7 ± 0,6	19,9 ± 0,5	60,6 ± 1,0	57,8 ± 1,0	29,5
г. Кировск	56,3 ± 1,0	43,3 ± 1,0	47,7 ± 1,2	44,3 ± 1,2	-21,2
г. Мончегорск	68,7 ± 0,9	43,8 ± 0,8	42,5 ± 0,9	43,0 ± 0,9	-37,4

Хронический отит

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	5,1 ± 0,1	4,0 ± 0,1	3,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1	-2,4 раза
ГДМК	4,9 ± 0,1	4,3 ± 0,1	2,8 ± 0,1	2,0 ± 0,1	-2,5 раза
г. Апатиты	4,1 ± 0,2	5,3 ± 0,3	3,5 ± 0,2	2,8 ± 0,2	-30,9 %
г. Кировск	4,6 ± 0,3	3,0 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,3 ± 0,2	-3,5 раза
г. Мончегорск	7,6 ± 0,3	5,3 ± 0,3	4,1 ± 0,3	3,8 ± 0,3	-49,7 %

Психические расстройства и расстройства поведения

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	56,3 ± 0,2	42,0 ± 0,2	41,3 ± 0,2	39,0 ± 0,2	-30,8 %
ГДМК	81,8 ± 0,4	67,7 ± 0,5	55,8 ± 0,5	56,5 ± 0,5	-31,0 %
г. Апатиты	96,9 ± 0,9	43,6 ± 0,8	37,0 ± 0,8	29,5 ± 0,7	-3,3 раза
г. Кировск	59,6 ± 1,1	50,3 ± 1,1	35,2 ± 1,0	62,1 ± 1,4	+4,3 %
г. Мончегорск	90,0 ± 1,1	93,9 ± 1,2	92,4 ± 1,3	80,9 ± 1,3	-10,1 %

Болезни системы кровообращения

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	77,8 ± 0,2	166,9 ± 0,4	283,6 ± 0,5	300,2 ± 0,5	+3,9
ГДМК	94,9 ± 0,5	181,1 ± 0,7	291,0 ± 0,9	310,8 ± 1,0	+3,3
г. Апатиты	80,5 ± 0,8	163,7 ± 1,4	321,8 ± 1,9	317,7 ± 1,9	+4,0
г. Кировск	131,2 ± 1,5	217,0 ± 2,1	315,9 ± 2,6	382,1 ± 2,8	+2,9
г. Мончегорск	118,3 ± 1,2	179,6 ± 1,5	268,3 ± 2,0	278,7 ± 2,1	+2,4

Хронические ревматические болезни сердца

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	3,1 ± 0,1	2,2 ± 0,0	1,5 ± 0,0	1,2 ± 0,0	-2,6
ГДМК	4,4 ± 0,1	2,6 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,1 ± 0,1	-4,0
г. Апатиты	3,0 ± 0,2	2,3 ± 0,2	1,3 ± 0,1	1,1 ± 0,1	-2,7
г. Кировск	4,1 ± 0,3	2,6 ± 0,3	1,5 ± 0,2	0,7 ± 0,2	-5,9
г. Мончегорск	4,8 ± 0,3	2,4 ± 0,2	1,9 ± 0,2	0,5 ± 0,1	-9,6

Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	33,1 ± 0,2	49,7 ± 0,2	105,1 ± 0,3	120,7 ± 0,4	+3,7
ГДМК	48,4 ± 0,3	60,5 ± 0,4	114,8 ± 0,6	134,4 ± 0,7	+2,8
г. Апатиты	48,0 ± 0,7	50,3 ± 0,8	119,0 ± 1,3	130,9 ± 1,4	+2,7
г. Кировск	76,8 ± 1,2	90,1 ± 1,4	139,5 ± 1,9	166,8 ± 2,2	+2,2
г. Мончегорск	50,1 ± 0,8	84,6 ± 1,1	117,1 ± 1,4	126,5 ± 1,5	+2,5

Ишемические болезни сердца

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	17,7 ± 0,1	38,9 ± 0,2	63,9 ± 0,3	65,0 ± 0,3	+3,7 раза
ГДМК	21,8 ± 0,2	38,0 ± 0,4	59,3 ± 0,5	67,4 ± 0,5	+3,1 раза
г. Апатиты	14,5 ± 0,4	30,3 ± 0,7	63,4 ± 1,0	73,6 ± 1,1	+5,1 раза
г. Кировск	30,2 ± 0,8	41,5 ± 1,0	65,0 ± 1,4	102,8 ± 1,8	+3,4 раза
г. Мончегорск	30,5 ± 0,6	32,1 ± 0,7	54,1 ± 1,0	53,0 ± 1,0	+73,6 %

В том числе стенокардия

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	6,4 ± 0,1	12,9 ± 0,1	19,9 ± 0,2	18,3 ± 0,2	+2,9 раза
ГДМК	7,2 ± 0,1	12,8 ± 0,2	22,4 ± 0,3	21,1 ± 0,3	+3,0 раза
г. Апатиты	3,8 ± 0,2	5,9 ± 0,3	13,8 ± 0,5	17,7 ± 0,6	+4,7 раза
г. Кировск	4,8 ± 0,3	6,3 ± 0,4	7,6 ± 0,5	11,5 ± 0,6	+2,4 раза
г. Мончегорск	10,7 ± 0,4	19,7 ± 0,6	35,7 ± 0,8	16,9 ± 0,6	+58,2 %

В том числе острый инфаркт миокарда

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	0,9 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,6 ± 0,0	1,6 ± 0,0	+88,2 %
ГДМК	1,1 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,9 ± 0,1	2,0 ± 0,1	+82,5 %
г. Апатиты	0,8 ± 0,1	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,5 ± 0,2	+3,3 раза
г. Кировск	1,7 ± 0,2	1,9 ± 0,2	2,0 ± 0,2	2,3 ± 0,3	+36,4 %
г. Мончегорск	1,3 ± 0,1	1,7 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,6 ± 0,2	+2,1 раза

Цереброваскулярные болезни

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	8,5 ± 0,1	34,5 ± 0,2	49,5 ± 0,2	48,6 ± 0,2	+5,7
ГДМК	9,1 ± 0,2	34,7 ± 0,3	51,1 ± 0,4	53,0 ± 0,5	+5,8
г. Апатиты	3,3 ± 0,2	30,6 ± 0,7	61,4 ± 1,0	50,9 ± 0,9	+15,0
г. Кировск	11,8 ± 0,5	37,6 ± 1,0	52,3 ± 1,2	66,4 ± 1,4	+5,6
г. Мончегорск	25,8 ± 0,6	42,0 ± 0,8	50,6 ± 1,0	56,6 ± 1,1	+2,2

Болезни органов дыхания

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., %
Мурманская обл.	264,7 ± 0,4	246,5 ± 0,4	210,5 ± 0,4	201,2 ± 0,5	-24,0
ГДМК	298,2 ± 0,7	295,6 ± 0,8	249,8 ± 0,9	234,0 ± 0,9	-21,5
г. Апатиты	210,7 ± 1,2	269,9 ± 1,7	275,7 ± 1,8	259,4 ± 1,8	23,1
г. Кировск	354,8 ± 2,2	296,8 ± 2,3	257,7 ± 2,4	224,9 ± 2,4	-36,6
г. Мончегорск	331,1 ± 1,7	342,9 ± 1,9	230,3 ± 1,9	251,5 ± 2,0	-24,1

Хронические болезни миндалин и аденоидов

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	3,8 ± 0,1	3,1 ± 0,1	3,4 ± 0,1	3,8 ± 0,1	0,0 %
ГДМК	4,4 ± 0,1	3,6 ± 0,1	3,2 ± 0,1	3,8 ± 0,1	-13,1 %
г. Апатиты	2,9 ± 0,2	4,5 ± 0,3	3,0 ± 0,2	4,4 ± 0,3	+54,4 %
г. Кировск	4,7 ± 0,3	1,8 ± 0,2	1,7 ± 0,2	1,7 ± 0,2	-2,8 раза
г. Мончегорск	7,3 ± 0,3	4,3 ± 0,3	5,5 ± 0,3	6,5 ± 0,4	-10,3 %

Пневмонии

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	3,3 ± 0,1	4,7 ± 0,1	3,9 ± 0,1	3,2 ± 0,1	-4,5 %
ГДМК	3,0 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,3 ± 0,1	3,7 ± 0,1	+22,0 %
г. Апатиты	1,9 ± 0,1	3,3 ± 0,2	3,5 ± 0,2	4,0 ± 0,3	+2,1 раза
г. Кировск	2,3 ± 0,2	3,5 ± 0,3	4,7 ± 0,4	2,0 ± 0,3	-13,0 %
г. Мончегорск	3,0 ± 0,2	2,9 ± 0,2	4,0 ± 0,3	4,3 ± 0,3	+43,3 %

Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	11,4 ± 0,1	7,6 ± 0,1	7,6 ± 0,1	8,5 ± 0,1	-25,9 %
ГДМК	15,3 ± 0,2	11,5 ± 0,2	8,1 ± 0,2	8,5 ± 0,2	-44,0 %
г. Апатиты	12,8 ± 0,3	9,4 ± 0,4	3,7 ± 0,2	5,9 ± 0,3	-2,2 раза
г. Кировск	15,4 ± 0,6	11,9 ± 0,5	8,1 ± 0,5	5,0 ± 0,4	-3,1 раза
г. Мончегорск	18,8 ± 0,5	11,9 ± 0,4	6,9 ± 0,4	7,4 ± 0,4	-2,5 раза

Бронхиальная астма

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	2,0 ± 0,0	5,7 ± 0,1	10,4 ± 0,1	13,1 ± 0,1	+6,7
ГДМК	2,3 ± 0,1	6,8 ± 0,2	12,3 ± 0,2	15,4 ± 0,3	+6,8
г. Апатиты	1,9 ± 0,1	8,1 ± 0,3	12,2 ± 0,4	13,3 ± 0,5	+7,0
г. Кировск	3,6 ± 0,3	7,4 ± 0,4	10,0 ± 0,6	10,2 ± 0,6	+2,8
г. Мончегорск	1,7 ± 0,2	7,0 ± 0,3	19,1 ± 0,6	27,8 ± 0,8	+16,8

Болезни органов пищеварения

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	61,5 ± 0,2	86,4 ± 0,3	100,6 ± 0,3	136,3 ± 0,4	+2,2 раза
ГДМК	71,4 ± 0,4	114,2 ± 0,6	98,8 ± 0,6	114,5 ± 0,7	+60,3 %
г. Апатиты	54,9 ± 0,7	90,1 ± 1,1	125,0 ± 1,3	133,6 ± 1,4	+2,4 раза
г. Кировск	99,2 ± 1,3	116,5 ± 1,6	98,3 ± 1,7	107,9 ± 1,8	+8,8 %
г. Мончегорск	91,2 ± 1,1	210,9 ± 1,6	101,6 ± 1,3	112,6 ± 1,5	+23,5 %

Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015, %
Мурманская обл.	15,6 ± 0,1	21,9 ± 0,1	16,8 ± 0,1	13,4 ± 0,1	-14,1
ГДМК	18,4 ± 0,2	27,4 ± 0,3	20,3 ± 0,3	14,7 ± 0,3	-19,8
г. Апатиты	13,9 ± 0,4	29,3 ± 0,6	28,1 ± 0,7	19,7 ± 0,6	+41,4
г. Кировск	23,7 ± 0,7	37,6 ± 1,0	23,8 ± 0,8	14,6 ± 0,7	-38,3
г. Мончегорск	19,1 ± 0,5	28,4 ± 0,7	18,4 ± 0,6	15,2 ± 0,6	-20,4

Болезни мочеполовой системы

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	45,0 ± 0,2	99,9 ± 0,3	151,9 ± 0,4	186,3 ± 0,4	+4,1 раза
ГДМК	50,3 ± 0,3	100,1 ± 0,6	133,6 ± 0,7	153,5 ± 0,8	+2,1 раза
г. Апатиты	39,0 ± 0,6	109,9 ± 1,2	162,2 ± 1,5	160,7 ± 1,5	+4,1 раза
г. Кировск	55,8 ± 1,0	76,4 ± 1,3	73,6 ± 1,5	120,3 ± 1,9	+2,2 раза
г. Мончегорск	53,6 ± 0,8	99,3 ± 1,2	108,6 ± 1,4	73,8 ± 1,2	+37,6 %

Мочекаменная болезнь

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., раз
Мурманская обл.	2,7 ± 0,0	7,7 ± 0,1	8,8 ± 0,1	9,8 ± 0,1	+3,6
ГДМК	3,1 ± 0,1	8,6 ± 0,2	7,8 ± 0,2	10,0 ± 0,2	+3,3
г. Апатиты	2,7 ± 0,2	10,7 ± 0,4	8,5 ± 0,4	10,9 ± 0,4	+4,1
г. Кировск	4,7 ± 0,3	10,0 ± 0,5	9,0 ± 0,5	12,0 ± 0,6	+2,5
г. Мончегорск	2,0 ± 0,2	8,5 ± 0,4	7,5 ± 0,4	6,5 ± 0,4	+3,3

Болезни кожи и подкожной клетчатки

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., %
Мурманская обл.	39,1 ± 0,2	52,1 ± 0,2	58,7 ± 0,3	72,0 ± 0,3	+84,4
ГДМК	46,3 ± 0,3	67,8 ± 0,5	62,2 ± 0,5	63,8 ± 0,5	+37,9
г. Апатиты	31,3 ± 0,5	73,3 ± 1,0	66,4 ± 1,0	61,8 ± 1,0	+97,3
г. Кировск	45,5 ± 0,9	53,6 ± 1,1	50,7 ± 1,2	50,1 ± 1,3	+10,1
г. Мончегорск	61,3 ± 0,9	84,9 ± 1,1	83,7 ± 1,2	81,7 ± 1,3	+33,3

Контактный дерматит

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	7,8 ± 0,1	8,4 ± 0,1	11,3 ± 0,1	13,6 ± 0,1	+75,5 %
ГДМК	4,8 ± 0,1	11,4 ± 0,2	10,7 ± 0,2	10,7 ± 0,2	+2,2 раза
г. Апатиты	4,2 ± 0,2	15,6 ± 0,5	15,8 ± 0,5	14,2 ± 0,5	+3,4 раза
г. Кировск	8,6 ± 0,4	15,9 ± 0,6	2,5 ± 0,3	1,5 ± 0,2	-5,4 раза
г. Мончегорск	1,1 ± 0,1	8,7 ± 0,4	10,9 ± 0,5	10,6 ± 0,5	+9,6 раза

Болезни костно–мышечной системы и соединительной ткани

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	71,6 ± 0,2	112,2 ± 0,3	187,5 ± 0,4	232,8 ± 0,5	+3,3 раза
ГДМК	88,3 ± 0,5	140,8 ± 0,6	218,3 ± 0,8	256,1 ± 0,9	+2,9 раза
г. Апатиты	59,9 ± 0,7	132,7 ± 1,3	239,0 ± 1,7	273,6 ± 1,9	+4,6 раза
г. Кировск	103,6 ± 1,4	161,8 ± 1,9	270,1 ± 2,5	296,9 ± 2,7	+2,9 раза
г. Мончегорск	129,4 ± 1,2	149,9 ± 1,4	206,7 ± 1,8	237,4 ± 2,0	+83,4 %

Ревматоидный артрит

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	2,3 ± 0,0	1,7 ± 0,0	2,8 ± 0,1	3,3 ± 0,1	+43,5 %
ГДМК	3,7 ± 0,1	2,0 ± 0,1	3,4 ± 0,1	4,2 ± 0,1	+14,4 %
г. Апатиты	7,4 ± 0,3	1,8 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,9 ± 0,2	-2,6 раза
г. Кировск	2,6 ± 0,2	2,6 ± 0,3	4,4 ± 0,4	3,4 ± 0,3	+31,4 %
г. Мончегорск	2,6 ± 0,2	2,3 ± 0,2	4,3 ± 0,3	5,0 ± 0,3	+94,1 %

Врожденные аномалии

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг.
Мурманская обл.	1,0 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,7 ± 0,0	1,8 ± 0,0	+89,5 %
ГДМК	1,2 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,7 ± 0,1	2,0 ± 0,1	+63,7 %
г. Апатиты	1,3 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,6 ± 0,2	2,8 ± 0,2	+2,2 раза
г. Кировск	1,7 ± 0,2	2,6 ± 0,3	1,8 ± 0,2	1,3 ± 0,2	-23,5 %
г. Мончегорск	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,4 ± 0,2	+75,0 %

Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин

Территории	1989–1990	1999–2000	2009–2010	2014–2015	Темп прироста с 1989–1990 по 2014–2015 гг., %
Мурманская обл.	85,2 ± 0,3	82,0 ± 0,3	112,6 ± 0,3	79,8 ± 0,3	-6,3
ГДМК	84,4 ± 0,4	102,8 ± 0,6	96,2 ± 0,6	99,2 ± 0,6	+17,5
г. Апатиты	65,0 ± 0,8	106,8 ± 1,2	100,9 ± 1,2	108,3 ± 1,3	+66,7
г. Кировск	120,5 ± 1,5	127,7 ± 1,7	98,5 ± 1,7	91,6 ± 1,7	-24,0
г. Мончегорск	106,8 ± 1,1	115,3 ± 1,3	113,6 ± 1,4	100,5 ± 1,4	-5,9

Приложение 2

Сравнительные данные общей заболеваемости взрослого населения территорий ГДМК, Мурманской области и РФ в 2014–2015 гг. (%)

Территория	Итого по всем заболеваниям		Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	1451,4 ± 0,1	0,0	36,7 ± 0,0	0,0
Мурманская область	1760,4 ± 1,3	+21,3	48,0 ± 0,2	+30,7
Территории ГДМК	1792,6 ± 2,5	+23,5	43,3 ± 0,4	+18,0

Территория	Новообразования		Болезни эндокринной системы	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	53,2 ± 0,0	0,0	78,3 ± 0,0	0,0
Мурманская область	90,2 ± 0,3	+69,5	114,4 ± 0,4	+46,1
Территории ГДМК	72,4 ± 0,5	+36,1	95,9 ± 0,6	+22,6

Территория	Тиреотоксикоз		Ожирение	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	1,4 ± 0,0	0,0	10,6 ± 0,0	0,0
Мурманская область	2,0 ± 0,1	+39,3	10,7 ± 0,1	+1,3
Территории ГДМК	1,7 ± 0,1	+24,4	8,6 ± 0,2	-18,5

Территория	Сахарный диабет I типа		Сахарный диабет II типа	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	2,4 ± 0,0	0,0	33,5 ± 0,0	0,0
Мурманская область	2,8 ± 0,1	+15,6	38,8 ± 0,2	+16,0
Территории ГДМК	1,7 ± 0,1	-27,3	37,1 ± 0,4	+10,8

Территория	Болезни крови, кроветворных тканей		Анемии	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	9,1 ± 0,0	0,0	7,9 ± 0,0	0,0
Мурманская область	12,8 ± 0,1	+41,0	10,4 ± 0,1	+30,6
Территории ГДМК	13,0 ± 0,2	+43,6	11,5 ± 0,2	+44,6

Территория	Болезни нервной системы		Эпилепсия, эпилептический статус	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ
Российская Федерация	49,8 ± 0,0	0,0	2,0 ± 0,0	0,0 %
Мурманская область	43,1 ± 0,2	-13,5	4,3 ± 0,1	+2,2 раза
Территории ГДМК	45,2 ± 0,4	-9,4	4,0 ± 0,1	+2,1 раза

Территория	Болезни глаза и его придаточного аппарата		Миопия	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ
Российская Федерация	103,7 ± 0,0	0,0	14,8 ± 0,0	0,0%
Мурманская область	133,0 ± 0,4	+28,3	28,4 ± 0,2	+91,7%
Территории ГДМК	164,8 ± 0,8	+59,0	39,2 ± 0,4	+2,7 раза

Территория	Катаракта		Болезни уха и сосцевидного отростка	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	22,4 ± 0,0	0,0	35,7 ± 0,0	0,0
Мурманская область	24,9 ± 0,2	+11,0	39,6 ± 0,2	+10,8
Территории ГДМК	34,5 ± 0,4	+53,7	40,2 ± 0,4	+12,4

Территория	Хронический отит		Психические расстройства	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	2,5 ± 0,0	0,0	48,6 ± 0,0	0,0
Мурманская область	2,1 ± 0,1	-17,2	39,0 ± 0,2	-19,9
Территории ГДМК	2,0 ± 0,1	-20,6	56,5 ± 0,5	+16,1

Территория	Болезни системы кровообращения		Хронические ревматические болезни сердца	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	282,5 ± 0,0	0,0	1,4 ± 0,0	0,0
Мурманская область	300,2 ± 0,5	+6,3	1,2 ± 0,0	-15,3
Территории ГДМК	310,8 ± 1,0	+10,0	1,1 ± 0,1	-22,1

Территория	Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением		Ишемические болезни сердца	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	115,4 ± 0,0	0,0	64,6 ± 0,0	0,0
Мурманская область	120,7 ± 0,4	+4,6	65,0 ± 0,3	+0,7
Территории ГДМК	134,4 ± 0,7	+16,5	67,4 ± 0,5	+4,3

Территория	Стенокардия		Острый инфаркт миокарда	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	24,1 ± 0,0	0,0	1,3 ± 0,0	0,0
Мурманская область	18,3 ± 0,2	-24,3	1,6 ± 0,0	+20,9
Территории ГДМК	21,1 ± 0,3	-12,3	2,0 ± 0,1	+50,2

Территория	Цереброваскулярные болезни		Болезни органов дыхания	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	60,7 ± 0,0	0,0	220,6 ± 0,0	0,0
Мурманская область	48,6 ± 0,2	-19,9	201,2 ± 0,5	-8,8
Территории ГДМК	53,0 ± 0,5	-12,7	234,0 ± 0,9	+6,1

Территория	Хронические болезни миндалин		Пневмонии	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	5,7 ± 0,0	0,0	3,4 ± 0,0	0,0
Мурманская область	3,8 ± 0,1	-33,8	3,2 ± 0,1	-6,8
Территории ГДМК	3,8 ± 0,1	-33,4	3,7 ± 0,1	+8,9

Территория	Хронический бронхит		Бронхиальная астма	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	15,6 ± 0,0	0,0	9,3 ± 0,0	0,0
Мурманская область	8,5 ± 0,1	-45,9	13,1 ± 0,1	+41,3
Территории ГДМК	8,5 ± 0,2	-45,3	15,4 ± 0,3	+65,6

Территория	Болезни органов пищеварения		Гастриты, дуодениты	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	111,9 ± 0,0	0,0	27,8 ± 0,0	0,0
Мурманская область	136,3 ± 0,4	+21,8	28,6 ± 0,2	+2,9
Территории ГДМК	114,5 ± 0,7	+2,4	34,9 ± 0,4	+25,7

Территория	Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки		Неинфекционные энтерит и колит	
	2014–2015	отличие от РФ, %	2014–2015	отличие от РФ, %
Российская Федерация	10,7 ± 0,0	0,0	2,7 ± 0,0	0,0
Мурманская область	13,4 ± 0,1	+24,3	4,3 ± 0,1	+58,7
Территории ГДМК	14,7 ± 0,3	+37,2	4,5 ± 0,1	+68,4

Территория	Болезни печени			Болезни желчного пузыря		
	2014–2015	отличие от РФ, %		2014–2015	отличие от РФ, %	
Российская Федерация	4,0 ± 0,0	0,0		17,6 ± 0,0	0,0	
Мурманская область	3,4 ± 0,1	–14,0		25,3 ± 0,2	+43,3	
Территории ГДМК	3,6 ± 0,1	–8,7		17,4 ± 0,3	–1,1	

Территория	Болезни поджелудочной железы			Болезни мочеполовой системы		
	2014–2015	отличие от РФ, %		2014–2015	отличие от РФ, %	
Российская Федерация	10,4 ± 0,0	0,0		129,4 ± 0,0	0,0	
Мурманская область	15,4 ± 0,1	+48,1		186,3 ± 0,4	+43,9	
Территории ГДМК	13,5 ± 0,2	+30,5		153,5 ± 0,8	+18,6	

Территория	Гломерулярные болезни почек			Мочекаменная болезнь		
	2014–2015	отличие от РФ, %		2014–2015	отличие от РФ, %	
Российская Федерация	15,1 ± 0,0	0,0		7,1 ± 0,0	0,0	
Мурманская область	24,8 ± 0,2	+63,8		9,8 ± 0,1	+36,5	
Территории ГДМК	21,6 ± 0,3	+42,6		10,0 ± 0,2	+39,7	

Территория	Болезни кожи и подкожной клетчатки			Контактный дерматит и другие формы экземы		
	2014–2015	отличие от РФ, %		2014–2015	отличие от РФ, %	
Российская Федерация	50,3 ± 0,0	0,0		10,7 ± 0,0	0,0	
Мурманская область	72,0 ± 0,3	+43,0		13,6 ± 0,1	+26,7	
Территории ГДМК	63,8 ± 0,5	+26,8		10,7 ± 0,2	–0,5	

Территория	Болезни костно-мышечной системы			Врожденные аномалии		
	2014–2015	отличие от РФ, %		2014–2015	отличие от РФ, %	
Российская Федерация	144,2 ± 0,0	0,0		1,3 ± 0,0	0,0	
Мурманская область	232,8 ± 0,5	+61,5		1,8 ± 0,0	+39,8	
Территории ГДМК	256,1 ± 0,9	+77,7		2,0 ± 0,1	+54,9	

Территория	Травмы, отравления и другие последствия воздействия внешних причин					
	2014–2015			отличие от РФ, %		
Российская Федерация	85,0	±	0,0	0,0		
Мурманская область	79,8	±	0,3	–6,1		
Территории ГДМК	99,2	±	0,6	+16,7		



ИНСТИТУТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИМ. Г.П. ЛУЗИНА –
ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФГБУН
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
РОССИЯ, 184209, Мурманская область, г.Апатиты, ул.Ферсмана, 24а

ISBN 978-5-91137-472-3

