

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ЛУАНЬ Юньци

**ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОСТОЯНИЕ
ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ХАРБИН (КНР)**

Специальность 1.5.15 – Экология (биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Москва – 2024

Работа выполнена на кафедре географии почв ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Научный руководитель: **Трифопова Татьяна Анатольевна**
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Малхазова Светлана Михайловна** – доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой биогеографии географического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Смулов Андрей Валерьевич – доктор биологических наук, профессор, директор научно-учебного музея земледелия ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Северин Александр Евгеньевич – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник, профессор-исследователь кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Защита состоится 22 октября 2024 г. в 15:00 на заседании диссертационного совета МГУ.015.3 Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова на факультете почвоведения по адресу: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, аудитория М-2.

E-mail: tparamonova@soil.msu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д.27), и также в электронном виде на портале: <https://dissovet.msu.ru/dissertation/2950>

Автореферат разослан 20 сентября 2024 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат биологических наук

Т.А. Парамонова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Важнейшим системообразующим показателем благополучия страны является состояние здоровья населения, которое рассматривается как критерий качества окружающей среды.

Современные темпы урбанизации способствуют увеличению численности городского населения, повышению количества промышленных предприятий и автотранспорта, что приводит к неизбежному антропогенному воздействию на окружающую человека среду, что обуславливает ухудшение качества жизни населения. В настоящее время урбанизация занимает доминирующее положение в ряду неблагоприятных экологических факторов, характеризующихся неравномерностью и спонтанностью антропогенного воздействия. В тоже время урбанизационные процессы способны положительно влиять на здоровье населения за счет глубоких изменений в системе здравоохранения, которые неизбежны для адаптации к происходящим демографическим, экономическим и социокультурным изменениям. За последние годы уровень урбанизации в Китайской народной республике (КНР) рос быстрыми темпами: с 32,93% в 2007 г. до 60,6% в 2019 г., и ожидается, что он достигнет 65,5% в 2025 году. Согласно оценкам, в городские районы прибудет более 80 миллионов новых сельских мигрантов, что намного превышает показатель других стран.

КНР – сильно дифференцированная страна. В современных социально-экономических условиях данное обстоятельство определяет актуальность проведения региональных исследований, необходимых для разработки действенных научно-практических мер по улучшению состояния здоровья населения.

Цель исследования – оценить особенности и влияние урбанизационных процессов на состояние окружающей среды и здоровье населения городского округа Харбин (КНР).

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи:**

1. Выявить социально-экономические процессы, сопровождающие урбанизацию в Харбине;
2. Провести ретроспективный анализ демографических процессов;
3. Оценить уровень заболеваемости населения по основным хроническим неинфекционным и инфекционным болезням;
4. Установить причинно-следственные связи между урбанизационными процессами и состоянием здоровья населения;

Научная новизна работы. Впервые для городского округа Харбин (КНР) проведен ретроспективный анализ медико-демографических и урбанизационных процессов за период 1978-2019 гг. Определены социально-экономические процессы, сопровождающие течение урбанизации в Харбине.

Выявлены приоритетные загрязнители воздушного бассейна Харбина, установлено их текущее и потенциальное отрицательное воздействие на здоровье населения. Установлено, что формирование комфортной городской среды и, в частности, увеличение озелененных площадей, способно снижать негативное влияние урбанизационных процессов на состояние здоровья населения.

Научно-практическая значимость работы. Полученные результаты исследования могут быть использованы в организациях, занимающихся проблемами в области экологии человека для проведения более эффективного мониторинга состояния здоровья населения и устойчивого развития региона; при проведении мероприятий по снижению и предупреждению негативного влияния факторов среды на здоровье населения. Отдельные положения и результаты исследования могут быть использованы в учебном процессе.

Основные защищаемые положения:

- 1) Медико-демографические процессы Харбина характеризуются ростом численности населения и показателей хронической заболеваемости по основным неинфекционным болезням. В структуре хронической заболеваемости наблюдаются существенные половые и возрастные различия.

2) Комплексное загрязнение атмосферного воздуха инициирует и обостряет не только заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем, но провоцирует гормональные сбои организма, способствующие развитию патологических процессов.

3) Ведущий вклад в загрязнение воздушного бассейна и риск здоровью населения вносят продукты от сжигания угля, выхлопные газы автомобильного транспорта и повышенное содержание тонкодисперсных частиц в воздухе. Формирование комфортной городской среды и озеленение способны снизить негативный эффект урбанизации на здоровье населения.

Достоверность результатов работы подтверждается достоверностью исходных материалов, корректностью методов исследования, анализом воспроизводимости результатов с применением статистических программных комплексов.

Апробация результатов работы. Результаты исследований были представлены на: всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Сохранение экосистем и биоразнообразия (Владимир, 2022); 11-й Международной научно-практической конференции «Экология речных бассейнов» (Суздаль, 2023).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 3 работы, индексируемые в международных базах научного цитирования Scopus и Web of Science и 2 работы, зарегистрированные в системе РИНЦ.

Личный вклад автора. Автором самостоятельно определены тема, цель, задачи и методы исследования, проведено изучение литературных источников. Также самостоятельно осуществлен сбор, обобщение, статистический анализ и интерпретация полученных результатов. В работах, написанных в соавторстве, автором внесен основополагающий вклад. В работе [1] вклад автора составляет 0,4 п.л. из 1,19 п.л., в работе [2] 0,125 п.л. из 0,5 п.л., в работе [3] – 0,31 п.л. из 0,625 п.л.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Объем работы составляет 157

страница машинописного текста, 5 таблиц и 74 рисунка. Список использованной литературы насчитывает 180 источников, в том числе 163 на иностранном языке.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность научному руководителю, д.б.н., профессору Татьяне Анатольевне Трифоновой за внимание и большую помощь в работе, а также сотрудникам кафедры географии почв и кафедры физики и мелиорации почв за содействие в подготовке работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

В главе проведен обзор и анализ работ, касающихся проблемы влияния окружающей среды на состояние здоровья населения, в том числе наследственных и сердечно-сосудистых заболеваний (Lelieveld et al., 2015, 2019, 2020; Герман и Балакаева, 2021), от природных, техногенных, социально-экономических факторов и условий профессиональной деятельности (Rich et al., 2016, Wang et al., 2019; Yang et al., 2019). Результаты исследований демонстрируют, что в настоящее время весьма актуален мониторинг, анализ и прогноз негативного комплексного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения (Remoundou and Koundouri, 2009; Eckert and Kohler, 2014 и др.). Бурное развитие промышленной индустрии в Китае определило резкое усиление степени загрязнения окружающей среды, особенно в крупных городских агломерациях (Shin, 2015; Li et al., 2016; Shen et al., 2020). Одним из таких городов является Харбин, анализу экологического состояния которого и посвящена настоящая работа.

Глава 2. Объекты, материалы и методы исследования.

Объектом исследования данной работы является комплекс причинно-следственных связей между урбанизационными процессами и состоянием здоровья населения городского округа Харбин (в контексте с некоторыми другими округами), являющегося административным центром, крупнейшим

городом и местом пребывания властей провинции Хэйлунцзян. Харбин расположен на юге провинции, между 125°42'–130°10' восточной долготы и 44°04'–46°40' северной широты. Площадь городского округа составляет 53100 км², население – 10 635 971 человек. В самом городе проживает 5 878 939 человек (2018 г.).

Город субпровинциального значения Харбин делится на 9 районов, 2 городских уезда (пригороды) и 7 уездов (сельская местность). Нами был проанализирован рост численности городского населения, который сопровождается высокими темпами городской застройки. Установлено, что площадь застройки территории городского центра за период 1984–2020 гг. увеличилась с 476 км² до 2454,5 км² (рисунок 1).

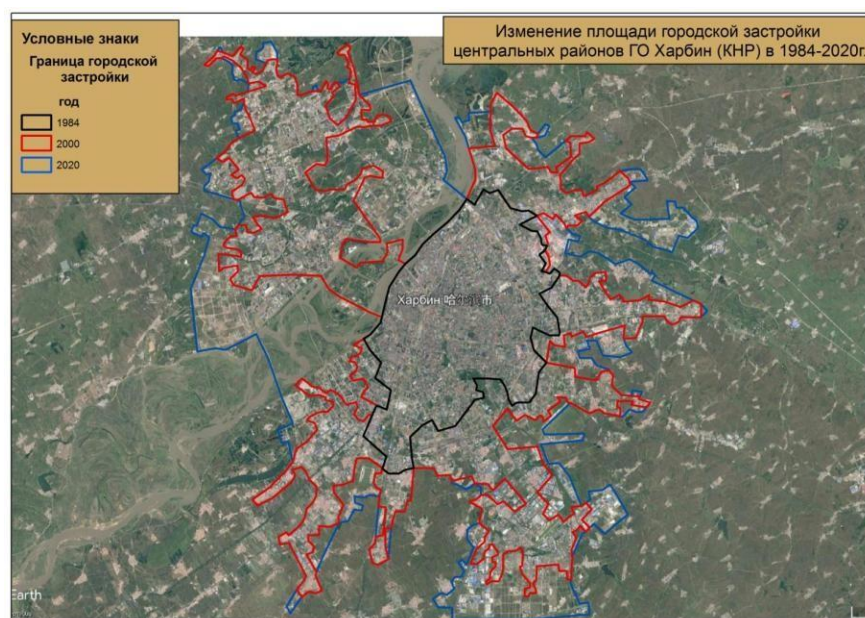


Рисунок 1 - Карта динамики роста территории центральных районов городского округа Харбин

Материалы и методы исследования. Настоящее исследование основано на результатах крупномасштабного проекта, посвященного мониторингу состояния здоровья и факторов риска жителей провинции Хэйлунцзян. В основу работы положены официальные статистические данные Harbin Municipal People's Government за 1978–2017 гг. Данные по источникам загрязнения воздуха были загружены с сайта Министерства экологии и окружающей среды КНР. Мы провели статистический анализ

показателей $PM_{2.5}$, PM_{10} , SO_2 , CO , NO_2 и индекса качества воздуха в разных регионах за каждый год с 2015 по 2019 гг. Общее количество точек мониторинга в различных регионах в каждом году N обозначается n .

Стандартное отклонение концентрации загрязняющих веществ в различных регионах каждый год рассчитывается следующим образом:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \omega_i (x_i - \bar{x})^2}{d}},$$

где $d = n - 1$.

Также определялось годовое относительное изменение загрязняющих веществ в каждом регионе следующим образом:

$$dx = \frac{(x_i - x_j)}{x_i},$$

где x_i и x_j представляют абсолютное значение в момент времени i и j , соответственно; dx представляет собой относительное изменение.

Среднегодовое относительное изменение загрязняющих веществ в каждом регионе рассчитывается следующим образом:

$$dx' = \frac{x_{t+1} - x_t + x_{t+2} - x_{t+1} + \dots + x_{t+n} - x_{t+n-1}}{n-1},$$

где $x_t \dots x_{t+n}$ представляют собой абсолютную величину в момент времени $t \dots t+n$, dx' – ежегодное среднегодовое относительное изменение.

Для выявления зависимостей между факторами среды и уровнем заболеваемости населения различными нозологиями был применен корреляционный анализ с определением коэффициента парной корреляции Пирсона. Статистически достоверными признавались результаты с уровнем значимости $p \leq 0,05$. Статистическую обработку данных, корреляционно-регрессионный и кластерный анализ проводили с помощью программы STATISTICA.

Отобранные для исследования респонденты, принимавшие участие на добровольной основе, были обследованы врачами в государственном пункте мониторинга. Методы мониторинга в основном включали: анкетирование, медицинские осмотры, лабораторные исследования и др. Данные о состоянии здоровья, использованные в настоящей работе, были получены путем серии

обследований, проведенных в период с 2010 по 2019 годы. База данных мониторинга содержит информацию о 5300 участниках в возрасте от 20 до 98 лет по следующим показателям: социально-демографическая информация, информация об образе жизни и состоянии здоровья, результаты скрининга по классификации риска инсульта, данные о месте жительства.

Сбор данных для этого исследования проводился в два этапа. Первый этап – анкетирование, включал сбор демографической информации, физической активности, роста и веса, уровень кровяного давления, уровень сахара и липидов в крови, уровень образования, курение и уровень физической активности, наличие сердечно-сосудистых заболеваний в семье. Второй этап – определение уровня городского озеленения и вегетационного индекса.

Оценка зеленых насаждений основана на методике *Стандарта планирования и проектирования городских жилых районов* (GB50180-2018) в Китае и включала в себя определение коэффициента зеленых насаждений (КЗН) и вегетационного индекса. КЗН – это отношение площади зеленых насаждений к общей площади земельного участка, на котором они располагаются. Вегетационный индекс рассчитывается с помощью программы Adobe Photoshop (обычно выбирается режим RGB). На основе данных о состоянии землепользования города Харбин за 2010 год и данных карт Google города Харбин за 2015 год в качестве справочной информации получены фиксированные площади всей городской территории. Вегетационный индекс ландшафта – это общее значение, рассчитанное на основе среднего значения пешеходных пространств, открытой местности и растений в определенном участке. Пешеходные пространства представляют собой территорию, подходящую для передвижения и отдыха пешеходов и немоторных транспортных средств. Пешеходные пространства оценивались по снимкам. В качестве данных о растительности служат снимки в местах, где жители могут легко видеть зеленый ландшафт на определенном расстоянии от самой растительности. В конце доля зеленых насаждений на

изображении служила в качестве промежуточного вегетативного индекса для дальнейшего расчёта общего вегетативного индекса.

Используя коэффициент зеленых насаждений и вегетативный индекс в качестве независимых переменных, была отдельно рассчитана регрессионная модель для факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и риска инсульта. Количество переменных, не содержащих факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и инсульта, принимались за ноль; содержащих такие факторы риска – за 1, и были включены в общую модель для представления переменных сердечно-сосудистого здоровья. Факторы, вызывающие сердечно-сосудистые заболевания, включают недостаток физической активности, избыточный вес/ожирение, высокое кровяное давление, диабет.

Результаты анализа выражаются коэффициентом с 95% доверительным интервалом, который оценивает вероятность поражения гиподинамией, избыточного веса, высокого кровяного давления, диабета, или риска инсульта и представляет изменение риска сердечно-сосудистых заболеваний и инсульта, когда коэффициент зеленых насаждений составляет более 28% или менее 28%, а вегетативный индекс составляет более 15% или менее 15%.

Для сравнительного анализа приводились некоторые оценки по экологическому состоянию других крупных регионов и городов Китая.

Глава 3. Результаты исследований и их обсуждение

3.1. Особенности урбанизационных процессов городского округа Харбин

Показатели промышленности и загрязнение атмосферного воздуха. На 2017 год в Харбине было зарегистрировано 1275 промышленных предприятий. Как по легкой, так и по тяжелой промышленности ежегодно наблюдается прирост значения индекса промышленного производства. Отмечается положительная динамика ВВП (с 1,88 млрд юаней в 1978 г. до 120,6 млрд юаней в 2017 г.). Основными энергоносителями для промышленных предприятий Харбина являются сырой уголь, природный газ, бензин, сырая нефть, керосин, дизельное топливо и электроэнергия. За период 2005–2017 гг. потребление сырого угля увеличилось на 46,9%; сырой

нефти – на 40,1%; природного газа – на 4744,5%; электроэнергии – на 17%. При этом потребление бензина, керосина и дизельного топлива сократилось на 29,9%, 22,3% и 37,7% соответственно. С ростом промышленного производства, в Харбине наблюдаются увеличение объемов выбросов в атмосферу. Так, за период с 1997 по 2017 гг. количество выбросов увеличилось в 4 раза с 49×10^9 до 248×10^9 м³. Наиболее важной причиной загрязнения воздуха в Харбине является малоэффективное использование источников энергии. Потребление угля достигает 60%, причем большая его часть используется для прямого сжигания. В течение длительного отопительного периода сжигается большое количество угля, что приводит к большему загрязнению атмосферы и образованию смога. Согласно полученным данным, в течение 2013 и 2014 годов уровень загрязнения воздуха в Харбине был самым высоким в стране.

Оценка транспортной системы. Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят выхлопные газы. В 2018 году в Харбине на дорогах было около 1,75 миллиона автомобилей. Загрязнение воздуха, вызванное таким огромным количеством выхлопных газов автомобилей, является беспрецедентным. С ростом урбанизации, число пассажирских перевозок в Харбине в период с 1980–2017 гг. увеличилось почти в 5 раз. Наиболее активно используемым видом транспорта для пассажирских перевозок является авто- и мототранспорт.

Наибольшим спросом у населения пользуются маршрутные автобусы (83,9%), общий пассажиропоток которых увеличился на 17,3% и в 2017 году составил 136246×10^6 пассажиров. Этому способствует увеличение числа автобусов и автобусных маршрутов. За период 2012–2017 гг. число автобусов увеличилось на 38,4%, количество автобусных маршрутов – на 42,4%. Вместе с тем протяженность маршрутов увеличилась на 1251 километр.

Объемы автомобильных грузовых перевозок растут (рисунок 2).

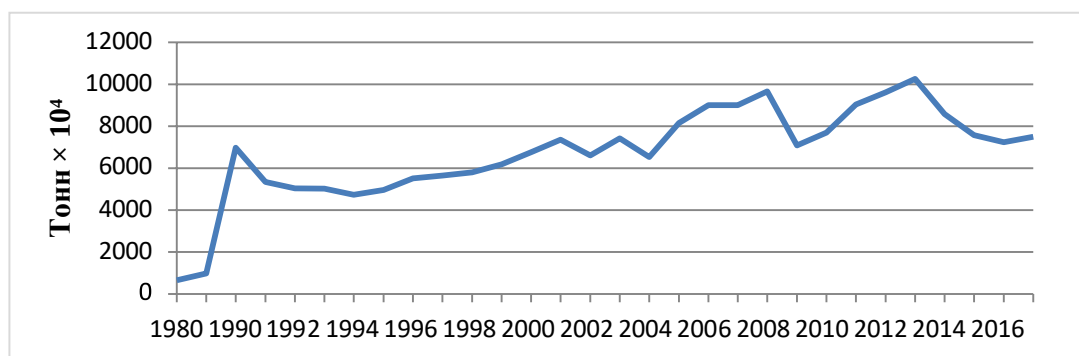


Рисунок 2 –Динамика объемов грузовых перевозок автомобильным транспортом в Харбине за 1980–2017 гг.

Озеленение и благоустройство городской среды. В Харбине в настоящее время происходит поляризация жилых районов. Районы, построенные в последние годы, обычно имеют лучшее качество окружающей среды и более развитую инфраструктуру. Однако более 50% городских районов были построены до 1980–1990-х годов, с высокой плотностью застройки, поэтому, соответственно, и качество окружающей среды и уровень инфраструктуры здесь ниже. В районах с закрытой планировкой масштабы зеленых насаждений обычно невелики. Из-за влияния холодного климата на удобство и безопасность ведения активного отдыха, его привлекательность значительно падает. В настоящее время общественные места пребывания и отдыха, парковые территории интенсивно развиваются и становятся уникальными и эстетически привлекательными. С 2000-х годов уровень зеленого покрытия вырос более чем на 35%. Усилия муниципальных властей в сфере рекреации привели к увеличению туристического потока в 2,4 раза. Значительное увеличение количества парков (с 20 до 91) привело к увеличению площади парковой зоны в 2,6 раза с 526 до 1878 га.

3.2. Медико-демографическая обстановка городского округа Харбин

Ретроспективный анализ демографических процессов. Согласно данным Harbin Municipal People's Government, в городском округе Харбин отмечается значительное увеличение численности населения. За период 1978–2017 гг. ее рост составил 21,8% (1710400 человек). Динамика прироста численности населения с 1978 г. по 2016 г. представлена на рисунке 3.

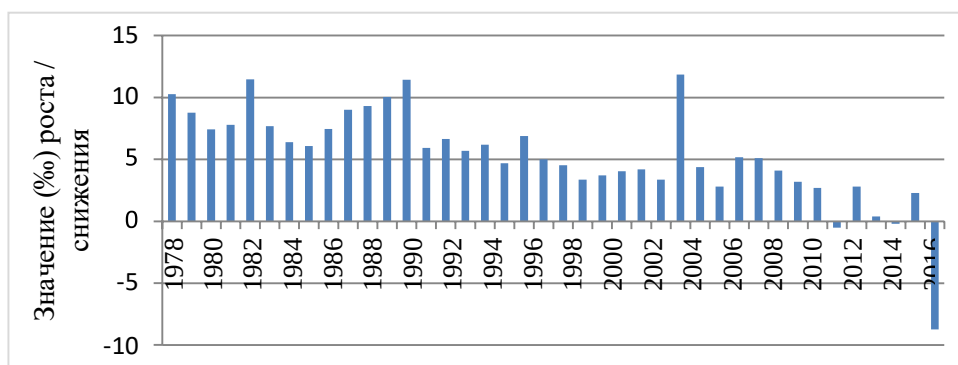


Рисунок 3 – Динамика относительного прироста населения в Харбине(‰) за 1978–2017 гг.

При этом за данный период численность сельского населения в округе изменилась незначительно (-0,1%). Численность же городского населения увеличивалась на 53,9%. Значение численности городских жителей приближается к значению численности сельских. Уровень урбанизации городского округа Харбин вырос до 50 %. В половой структуре населения наблюдается изменение соотношения мужчин и женщин. В 1978 году это отношение мужчин к женщинам составляло 1,05, в 2017 году – 0,99, несмотря на то, что в целом по Китаю, мужчин больше.

Анализ качества медицинского обслуживания и заболеваемости населения. С 1978 по 2017 гг. отмечается улучшение всех показателей качества медицинского обслуживания населения Харбина. Так, количество больниц увеличилось с 19495 до 70500, количество койко-мест – с 24672 до 82000. Количество медицинского персонала выросло почти в 6 раз.

В структуре заболеваемости населения наиболее распространенными хроническими неинфекционными болезнями являются гипертония, новообразования, сахарный диабет и ишемическая болезнь сердца. По каждой из этих нозологий наблюдается рост заболеваемости. Отметим, что ишемическая болезнь сердца чаще регистрируется в зимний период. Харбин расположен в зоне влажного континентального климата, поэтому зима начинается рано и обычно очень холодная. Поэтому отопление, как правило, начинается в октябре и не прекращается до апреля следующего года. В связи с тем, что Харбин все еще отапливается за счет сжигания угля, в течение

длительного отопительного периода наблюдается сильное загрязнение атмосферы и образование плотного смога. Т.е. это способствует интенсивному поглощению загрязняющих токсичных веществ из вдыхаемого воздуха. Среди мужчин данные заболевания регистрируются чаще (рисунок 4).

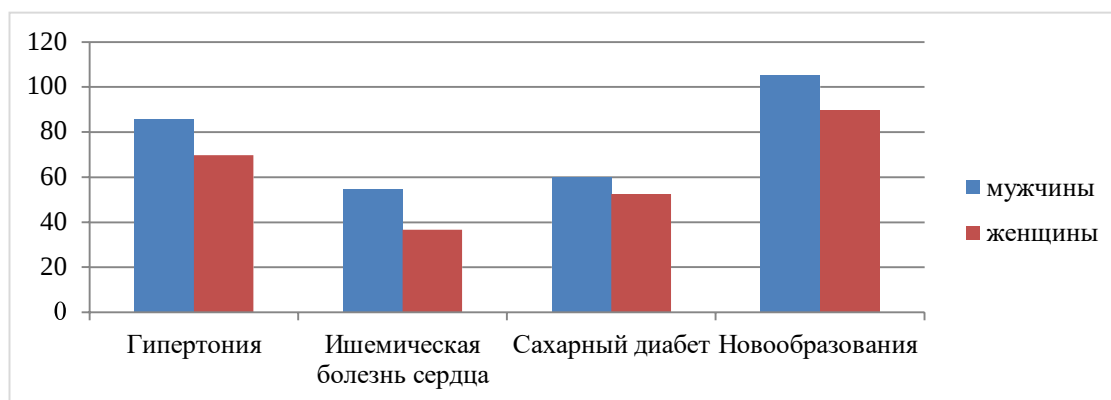


Рисунок 4 - Половая структура заболеваемости хроническими болезнями в Харбине (в перерасчете на 10 тыс. населения)

Китай является крупнейшим мировым лидером по потреблению табачных изделий — среднестатистический курильщик потребляет 15,8 сигарет в день. В КНР курят около 70 % мужчин и 7 % женщин. Надо полагать, что данное обстоятельство также является одной из главных причин различий в половой структуре заболеваемости. Курение является важной причиной возникновения ишемической болезни сердца, поскольку провоцирует развитие атеросклеротического процесса. Самые высокие значения заболеваемости — в возрастной группе 65–75 лет.

Заболеваемость злокачественными новообразованиями регистрируются у городских жителей чаще: 73%, против 27%, при этом она чаще регистрируется у женщин, причем как у проживающих в городе, так и в сельской местности, в отличие от мужчин. В структуре заболеваемости есть отличия, как среди мужчин и женщин, так и среди городских и сельских жителей (рисунки 5, 6).

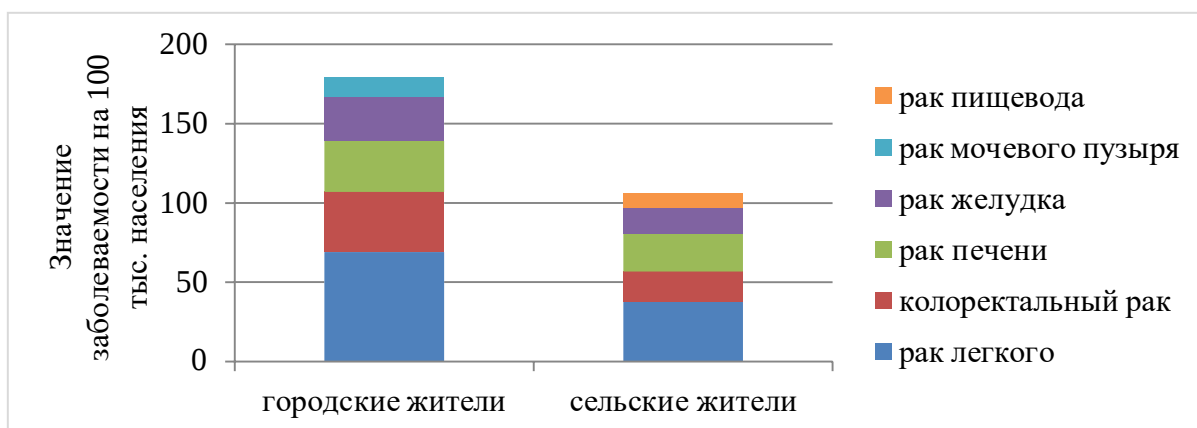


Рисунок 5 – Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями у мужчин

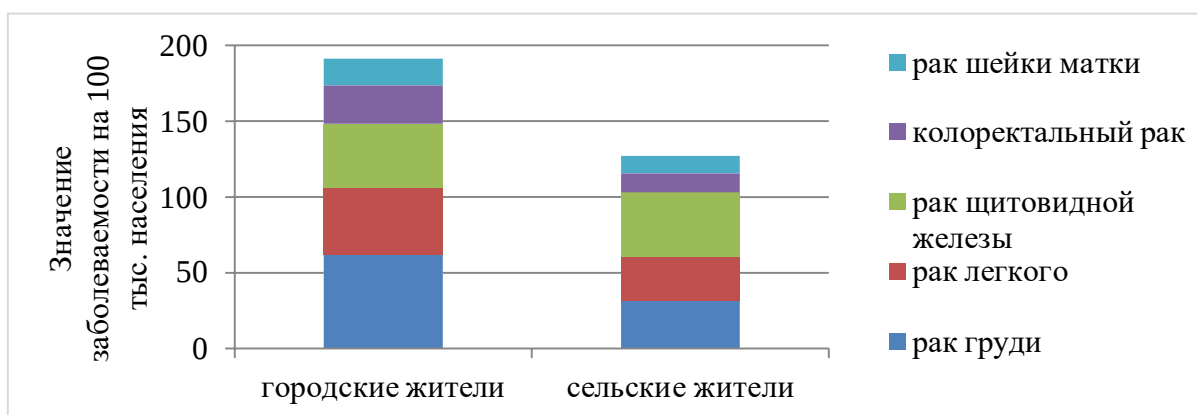


Рисунок 6 – Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями у женщин

Среди причин смертности населения городского округа Харбин лидирующие позиции занимают болезни системы кровообращения и онкология. Распространенными в Харбине инфекционными заболеваниями являются следующие: гепатит А, гепатит В, коклюш, корь, краснуха, менингит, свинка, хотя отмечается постепенная тенденция к снижению заболеваемости населения большинством инфекционных болезней к 2017 г.

3.3. Анализ влияния урбанизационных процессов на заболеваемость населения

Заболеваемость и рост численности населения. Коэффициент корреляции между общей численностью населения и заболеваемостью населения хроническими заболеваниями (в процентном отношении) составил 0,97. Коэффициент корреляции между численностью городского населения и его заболеваемостью хроническими заболеваниями достаточно высок (0,89). Таким образом, можно предположить, что рост численности городского населения негативно сказывается на здоровье горожан. Проведенный

корреляционный анализ между значениями численности городского и сельского населения и значениями хронических нозологий позволил установить ряд зависимостей (таблица 1).

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между динамикой численности населения и значениями заболеваемости

Нозология	Сельские жители	Городские жители
Гипертония	0,08	0,88
ИБС (ишемическая болезнь сердца)	-0,09	0,86
Сахарный диабет	0,07	0,87
Новообразования	-0,28	0,97
Психические расстройства	0,11	0,67
Болезни органов дыхания	-0,48	0,43
Травмы и отравления	0,49	-0,61
Болезни пищеварительной системы	-0,18	0,02
Болезни эндокринной системы	-0,75	0,45
Болезни мочеполовой системы	-0,66	0,52

Рост численности городского населения сопровождается ростом заболеваемости по многим рассматриваемым нами нозологическим формам. Между динамикой численности сельского населения и заболеваемостью статистически значимых высоких корреляционных зависимостей не выявлено. Таким образом, установлено, что с ростом численности городского населения увеличивается число случаев заболеваемости неинфекционными болезнями. Данное обстоятельство можно объяснить влиянием на здоровье населения различных урбанизационных процессов.

3.4. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор риска здоровью населения.

Проведен статистический анализ по загрязнению более 300 городов Китая. Установлено, что среднегодовые (2015-2019 гг) концентрации $PM_{2.5}$, PM_{10} и NO_2 в атмосферном воздухе по всем регионам (в том числе и в Харбине) значительно превышают рекомендуемые ВОЗ. Принятый в 2013 году Государственным советом КНР «План действий по предотвращению и

контролю загрязнения воздуха» привел к стабилизации экологической обстановки и даже к небольшому снижению концентраций по некоторым аэрополлютантам в атмосферном воздухе. Однако, число неинфекционных нозологических форм, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, в Харбине продолжает расти (рисунок 7).

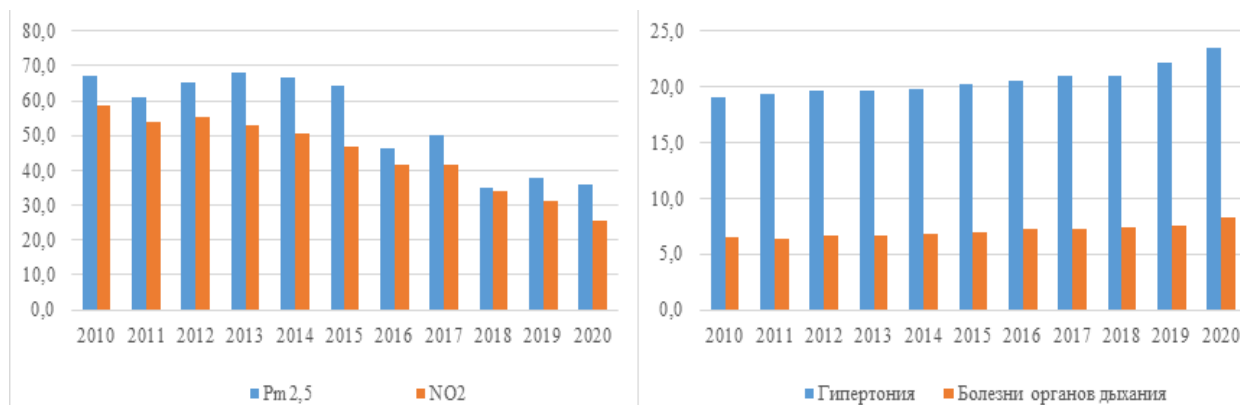


Рисунок 7 - Динамика заболеваемости отдельными нозологическими формами (%) и выбросов аэрополлютантов (мкг/м³) в Харбине

Таким образом, можно констатировать, что длительное воздействие высоких доз химических соединений является значительным стрессом для организма и проявляется комплексом изменений в нейроэндокринной системе, защитных механизмах и процессе метаболизма. В итоге, хроническое воздействие стрессорного фактора приводит к истощению компенсаторных резервов организма, что на популяционном уровне проявляется ростом частоты различных заболеваний. Незначительное снижение концентраций химических соединений в атмосферном воздухе не способствует улучшению эпидемической обстановки.

Согласно нашим исследованиям, после сжигания угля в Харбине в атмосферу выбрасывается большое количество тяжелых частиц малого размера и большое количество газообразных загрязняющих веществ, таких как оксиды серы, азота и др., что приводит к высокому уровню выбросов PM_{2.5} в течение отопительного периода. Концентрация PM_{2.5} определяет частоту заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В отопительный период уровень заболеваемости респираторными заболеваниями оказался значительно выше, чем в неотопительный. Разница

статистически достоверна ($P < 0,001$). Загрязнение воздуха не только оказывает значительное воздействие на физическое здоровье жителей Харбина, но и вызывает некоторые психические заболевания. Согласно полученным данным, число пациентов с диагнозом депрессия ежегодно увеличивается на 20%, что свидетельствует об очевидной тенденции к росту психических расстройств.

Фиксируются высокие зависимости между валовыми выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и динамикой неинфекционных хронических болезней. Жители Харбина страдают от эндокринных расстройств. С 2002 года число женщин, страдающих заболеваниями эндокринной системы увеличилось в пятнадцать раз. Хотя сахарный диабет относится к наследственно обусловленным заболеваниям, однако, пусковым механизмом для его развития могут служить различные факторы окружающей среды, в том числе и загрязнение атмосферы (рисунок 8).

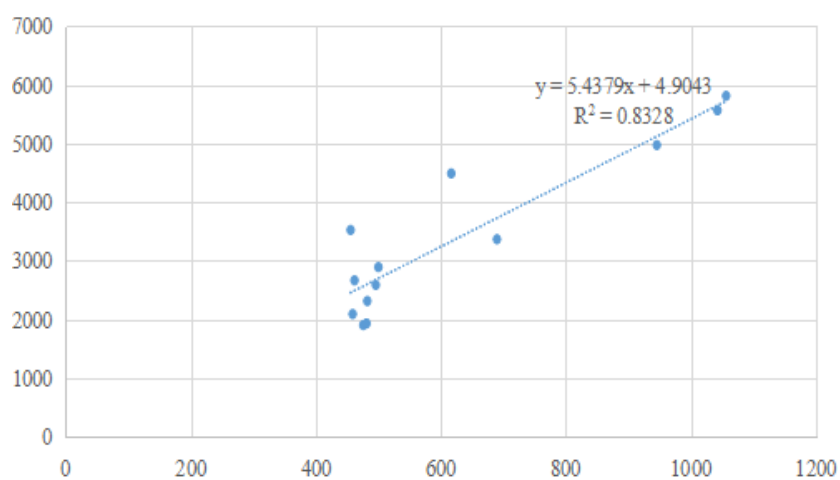


Рисунок 8 - График регрессии между динамикой валовых выбросов в атмосферу и заболеваемостью сахарным диабетом.

От загрязнения и дефицита кислорода во вдыхаемом воздухе страдает, прежде всего, центральная нервная система. Известно, что нервные клетки самые «энергоемкие», только головной мозг для своей работы требует не менее 20% всего кислорода. Некоторые вещества, например, оксиды углерода, нитриты, нитраты и др. способны прочно связываться с гемоглобином, замещая в нем кислород, препятствуя переносу последнего к

тканям и органам и, конечно, к нервным клеткам. Это неизбежно приводит к сбою в работе гипофиза, ответственного за работу эндокринной системы, нарушению гомеостаза. Следствием этого может стать снижение уровня производства инсулина в организме и блокировка превращения глюкозы, содержащейся в крови, в энергию, необходимую для организма. Очевидно, что сбой гомеостаза в таких случаях может провоцировать возникновение сахарного диабета 2-го типа. Мы полагаем, что такой процесс нарушения гомеостаза можно характеризовать как стресс-синдром по Г.Селье (рис.10). Также аналогичные расстройства и патологии могут возникать, при повышенных физических нагрузках в условиях загрязненного воздуха. В связи с тем, что одной из особенностей культуры Китая являются массовые занятия физическими упражнениями на открытом воздухе, состояние атмосферы при этом имеет важное значение. Так, очевидно, что повышенное потребление кислорода при занятии физкультурой при благоприятном состоянии воздуха способствует улучшению ферментативного обмена, активизации мышечной, нервной и гормональной систем, что в конечном итоге приводит к укреплению состояния здоровья населения. Однако, интенсивное поглощение загрязняющих токсичных веществ во вдыхаемом воздухе может являться фактором риска в развитии различных заболеваний, в том числе, как диабетом, так и психическими расстройствами, особенно для городского населения (таблица 1, рисунок 9). Кроме того, указанному процессу может способствовать повышенное поглощение указанных токсикантов из воздуха многочисленными мото- и велосипедистами, находящимися в едином автомобильном потоке.

Таким образом, интенсивные физические нагрузки, в том числе и занятия спортом на открытом воздухе, в условиях значительного загрязнения атмосферы, приводят к негативным эффектам для здоровья.

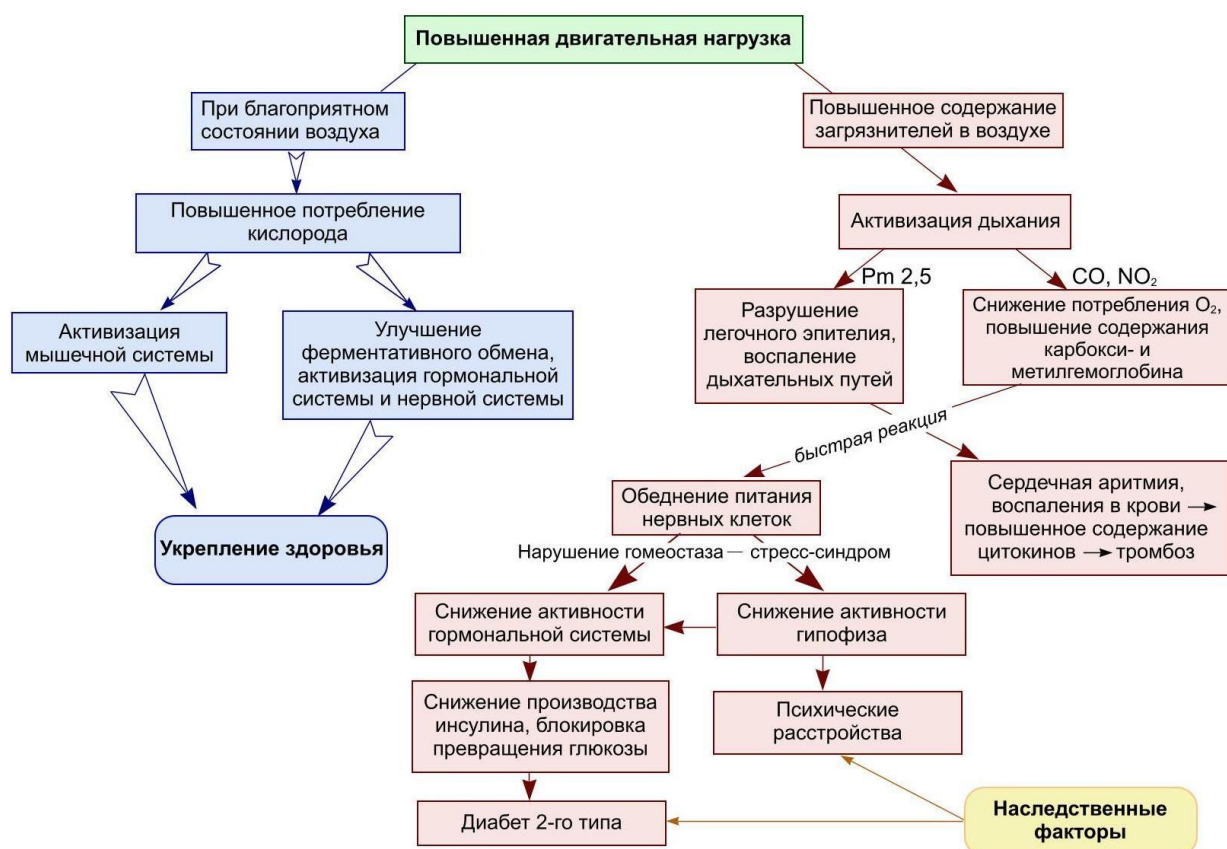


Рисунок 9 - Развитие стресс-синдрома на фоне загрязнения воздуха и повышенных физических нагрузок

3.5. Формирование комфортной городской среды и заболеваемость населения.

В городах Китая общественные зеленые насаждения, будучи важным экологическим элементом, обеспечивающим уровень физической активности в условиях высокой плотности населения, имеют чрезвычайно важное значение для здоровья населения. С помощью бинарного логистического регрессионного анализа взаимосвязи между соотношением зеленых насаждений и факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний мы обнаружили, что существует значительная взаимосвязь между соотношением зеленых насаждений и гиподинамией, избыточным весом/ожирением и гипертонией (таблица 2).

Эти оценки могут быть интерпретированы как указывающие на то, что по сравнению с долей зеленых насаждений более 28% респонденты в сообществах с долей зеленых насаждений менее 28% подвергаются более

Таблица 2. Результаты бинарного логистического регрессионного анализа вероятности возникновения риска хронических заболеваний

Переменная	Низкая физическая активность	Избыточный вес	Гипертония	Диабет	Нарушение обмена липидов
Доля зеленых насаждений	0.62 (0.006)	1.22 (0.036)	0.27 (0.000)	0.79 (0.515)	0.68 (0.108)
Вегетационный индекс	0.53 (0.000)	1.28 (0.004)	0.31 (0.000)	0.87 (0.64)	0.61 (0.021)

высокому риску гиподинамии, избыточного веса/ожирения и гипертонии. Аналогичным образом, по сравнению с районами с вегетативным индексом более 28%, респонденты в районах с вегетативным индексом менее 15% также имеют более высокий риск вышеперечисленных сердечно-сосудистых заболеваний. Жители районов с долей зеленых насаждений выше 28% и вегетационным индексом выше 15% имеют более высокие показатели сердечно-сосудистого здоровья. Результаты этого исследования показывают, что доля зеленых насаждений и вегетационный индекс связаны с риском сердечно-сосудистых заболеваний и инсульта (таблица 3).

Таблица 3. Сравнение средних показателей сердечно-сосудистого здоровья респондентов с различными характеристиками здоровья

Характеристика зеленых насаждений		Средний показатель здоровья CCC	Уровень значимости
Доля зеленых насаждений	>28% (1029 человек)	5,68	0,05
	≤ 28% (3126 человек)	5,57	0,05
Вегетационный индекс	>15% (1487 человек)	5,67	0,05
	≤15% (2668 человек)	5,55	0,05

В условиях сурового холодного климата общий уровень физической активности жителей значительно снижен. С одной стороны, долгий зимний период приводит к недостатку активного отдыха, что негативно сказывается на здоровье. С другой стороны, длительная активность в условиях низкой температуры может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье сердечно-сосудистой системы, особенно пожилых людей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе проведено научное исследование, в котором решено несколько задач, позволивших, во-первых, охарактеризовать

современное экологическое состояние окружающей среды в городском округе Харбин в аспекте сравнения с другими регионами Китая, во-вторых, выявить особенности состояния здоровья проживающего населения и, в-третьих, показать роль урбанизационных процессов, способствующих возникновению и развитию определенных нозологических форм, как у городских, так и у сельских жителей. Ниже приводятся некоторые основные выводы по результатам диссертационного исследования:

1. Период 1978–2017 гг. в городском округе Харбин сопровождается активными урбанизационными процессами (рост до 49,9%), которые характеризуются изменением в структуре населения, интенсивной застройкой территории городского центра, ростом числа пассажирских и грузоперевозок, индекса промышленного производства и внутреннего валового продукта, а также озеленением площадей городского пространства.

2. На фоне улучшения качества медицинского обслуживания увеличивается число хронических заболеваний при снижении инфекционных болезней. В структуре заболеваемости населения наиболее распространенными хроническими болезнями являются гипертония, новообразования, сахарный диабет и ишемическая болезнь сердца. По каждой из этих нозологий наблюдается рост значений заболеваемости. Растет заболеваемость раком легкого и раком кишечника, что повышает общий показатель смертности. Начиная с 35 лет уровень смертности резко возрастает.

3. Коэффициент корреляции между численностью населения сельских районов и заболеваемостью хроническими заболеваниями составил 0,04, в то время как корреляция между численностью горожан и хроническими болезнями – 0,89. У городских мужчин в первую пятерку самых распространенных злокачественных новообразований входит рак мочевого пузыря, а у сельских – рак пищевода. Широко распространен гепатит А, тесно связанный с контаминированной водой и пищей в быту.

4. Техногенное загрязнение воздушного бассейна токсичными веществами во многих городах и провинциях Китая в течение 2015–2017 гг. является достаточно сильным. Северо-Восточная провинция, где расположен г. Харбин имеет высокие среднегодовые значения $PM_{2.5}$ (38 мкг/м^3). Среднегодовое содержание диоксида серы ($20,5 \text{ мкг/м}^3$) превысило среднее по стране. Уровень загрязнения воздуха диоксидом азота за 4 года снизился всего на 6% что говорит о том, что этот загрязнитель интенсивно поступает в окружающую среду. Значительный вклад в заболеваемость населения вносит загрязнение атмосферного воздуха.

5. Рост психических расстройств у населения крупного города связан с трудностями адаптации сельчан к городской жизни, сильным пристрастием, особенно мужского населения, к табакокурению и интенсивным загрязнением вдыхаемого атмосферного воздуха.

6. Рост заболеваний сахарным диабетом, наряду с психическими расстройствами, объясняется возникновением стресс-синдрома, обусловленного, в том числе, комплексным загрязнением атмосферного воздуха, что инициирует и обостряет не только заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем, но и провоцирует гормональные сбои организма, способствующие развитию патологических процессов, в частности, диабета 2-го типа.

7. Несмотря на проводимую государством политику по снижению уровня аэрополлютантов, число неинфекционных нозологических форм, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, продолжает расти. Длительное воздействие высоких доз химических соединений является значительным стрессом для организма. В итоге незначительное снижение концентраций химических соединений в атмосферном воздухе не способствует улучшению эпидемической обстановки.

8. Традиционные массовые занятия физической культурой на открытом воздухе, а также массовое использование велосипедного транспорта в условиях загрязненного урбанизированного воздуха, могут

оказывать негативный эффект на состояние здоровья вследствие повышенного активного поглощения токсичных веществ из воздуха при динамической нагрузке. В связи с этим необходимо повышать площади зеленых зон, а также оздоравливать воздушный бассейн, в том числе отказом от сжигания угля и переходом на более экологичные источники энергии.

Список публикаций по теме диссертации

Научные статьи, опубликованные в изданиях, индексируемых в международных базах научного цитирования Scopus и Web of Science:

1. Guo P., Umarova A.B., **Luan Y.** The spatiotemporal characteristics of the air pollutants in China from 2015 to 2019 // *Plos one.* – 2020. – 15(8 August 2020), e0227469. DOI:10.1371/journal.pone.0227469. SJR (2022) 0,99, Q1. – количество печатных листов (п.л.) – 1,19 / личный вклад – 0,4 п.л.
2. The temporal and spatial changes of Beijing's pm2.5 concentration and its relationship with meteorological factors from 2015 to 2020 / Guo P., Umarova A.B., Bykova G.S., **Luan Y.** // *Geography, Environment, Sustainability.* – 2021. – 14(3). - p. 73-81. DOI: 10.24057/2071-9388-2020-42. SJR (2022) 0.323, Q2. – 0,5 п.л. / 0,125 п.л.
3. **Luan Y.**, Trifonova T.A. Exploring the Correlation of Urban Environmental Pollution on Population Health in China: A CiteSpace Visualization Analysis // *Journal of System and Management Sciences.* – 2023. – 13(2). - p. 451-461. DOI:10.33168/JSMS.2023.0231. SJR (2022) 0.25, Q3 – 0,625 п.л. / 0,31 п.л.

Научные статьи, опубликованные в других изданиях:

4. Влияние урбанизационных процессов на развитие эндокринных заболеваний и психических расстройств в г. Харбине (КНР) / **Луань Ю.**, Трифонова Т.А. // *В сборнике: Сохранение экосистем и биоразнообразия. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием.* – Владимир, 2022. – С. 246-251.
5. Проблема загрязнения атмосферного воздуха в городском округе Харбин (КНР). **Луань Ю.**, Трифонова Т.А. // *В сборнике: Экология речных бассейнов. Труды 11-й международной научно-практической конференции.* – Владимир, 2023. – С. 357-362.