

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

На правах рукописи

ЛУАНЬ Юньци

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

1.5.15 – Экология (биологические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
Доктор биологических наук,
профессор
Трифорова Татьяна Анатольевна

Москва – 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. Окружающая среда и здоровье населения	8
1.2. Урбанизация как социальное явление и ее последствия	18
1.3. Развитие урбанизации в КНР	21
1.4. Урбанизация как фактор риска в КНР	25
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	41
2.1. Общая характеристика городского округа Харбин, КНР	41
2.2. Материалы и методы исследования	50
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	58
3.1. Особенности урбанизационных процессов городского округа Харбин	58
3.1.1. Показатели промышленности и загрязнение атмосферного воздуха	58
3.1.2. Оценка транспортной системы	68
3.1.3. Озеленение и благоустройство городской среды	77
3.2. Медико-демографическая обстановка городского округа Харбин	83
3.2.1. Ретроспективный анализ демографических процессов	83
3.2.2. Анализ качества медицинского обслуживания и заболеваемости населения	87
3.3. Анализ влияния урбанизационных процессов на заболеваемость населения	100

3.3.1. Заболеваемость и рост численности населения	100
3.4. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор риска здоровью населения	103
3.4.1. Анализ состояния и динамики техногенного загрязнения атмосферного воздуха в различных провинциях Китая	103
3.4.2. Загрязнение атмосферного воздуха и заболеваемость населения в Харбине	118
3.5. Формирование комфортной городской среды и заболеваемость населения	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	135
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	139

ВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Важнейшим системообразующим показателем благополучия страны является состояние здоровья населения, которое рассматривается как критерий качества окружающей среды [140].

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 [50, 140, 166].

В настоящее время урбанизация занимает доминирующее положение в ряду неблагоприятных экологических факторов, характеризующихся неравномерностью и спонтанностью антропогенного воздействия, размещения промышленных и гражданских объектов, размытостью системных границ, подавляющим количеством необратимых процессов [50, 106, 166].

Совокупность факторов урбанизации способна снижать уровень естественной защиты организма, в связи с чем может возникать благоприятный фон для развития патологии [40, 73, 105, 169].

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, являющимся следствием миграционных процессов [166].

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. По самым скромным оценкам, в городские районы прибудет более 80 миллионов новых сельских мигрантов, что намного превышает показатель других стран [151].

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: анализ влияния 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 течение урбанизации 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 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 в курсах лекций по дисциплинам «Медицинская экология» и «Социально-гигиенический мониторинг».

Основные защищаемые положения:

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

2) Ведущий вклад в загрязнение воздушного бассейна и риск здоровью населения вносят сжигание угля и выхлопные газы автомобильного транспорта. Основная причина загрязнения атмосферного воздуха – малоэффективное использование источников энергии;

3) 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.

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 биоразнообразие. 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.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Окружающая среда и здоровье населения

Стремительное экономическое развитие, рост населения, индустриализация, интенсификация сельского хозяйства, увеличение потребления энергии приводят к усилению деградации окружающей среды. К настоящему времени опубликован ряд исследований, посвященных воздействию окружающей среды на здоровье человека [40, 73, 83, 105, 140, 160, 166, 169, 172]. Согласно данным, представленным Всемирной Организацией Здравоохранения, 13 млн. смертей ежегодно обусловлено предотвратимыми экологическими причинами, 24% глобального бремени болезней и 23% преждевременной смертности связаны с факторами окружающей среды. В развивающихся странах экологическое бремя болезней в 15 раз выше, чем в развитых странах. Во многом, такие различия обусловлены проблемами с доступностью медицинского обслуживания, широко распространенной нищетой, нехваткой общественной инфраструктуры, ограниченным доступом к безопасной питьевой воде, гигиеной и санитарией, возрастающим промышленным загрязнением. Экологические риски в развитых странах в основном связаны с загрязнением городского воздуха и воды [94, 140].

Социальные факторы, влияющие на индивидуальную уязвимость, включают возраст, пол, образование, социально-экономический статус, профессию, место жительства и условия проживания, например, используемое для приготовления пищи и отопления топливо. К биологическим факторам относятся генетическая восприимчивость и наличие других заболеваний. Наиболее чувствительными и уязвимыми группами населения являются дети, пожилые люди и пациенты, имеющие высокий уровень холестерина и хронические заболевания, такие как астма, респираторные заболевания, диабет, болезни сердечно-сосудистой системы [94].

Загрязнение воздуха представляет собой серьезную экологическую угрозу для здоровья населения, как развитых, так и развивающихся стран. Согласно оценкам, ежегодно в мире около двух миллионов преждевременных смертей связано с загрязнением атмосферы [94, 155], глобальное экономическое бремя болезней, вызванных загрязнением воздуха в 176 странах в 2015 году составило 3,8 триллиона долларов. По данным Всемирной организации здравоохранения, около 91% загрязнения в странах с низким или средним уровнем дохода связано с загрязнением атмосферного воздуха. Показано, что улучшение качества воздуха за последние 20 лет привело к увеличению средней продолжительности жизни в США примерно на пять месяцев. Исследование загрязнения воздуха твердыми частицами и смертности населения в 51 крупном мегаполисе США с 1978 по 2001 год выявило, что средняя ожидаемая продолжительность жизни увеличилась на 2,72 года, на 15% данный показатель связан с улучшением качества воздуха. Сокращение концентрации твердых частиц в окружающем воздухе на 10 мкг/м^3 обуславливает предполагаемое увеличение средней продолжительности жизни на 0,61 года [133]. Снижение концентрации свинца в воздухе на 10% приведет к уменьшению сердечно-сосудистых заболеваний на 1,76 %. Снижение концентрации кадмия на 10% – к понижению смертности от новообразований на 0,04% [32].

Загрязнение воздуха связано с широким спектром острых и хронических последствий для здоровья, характер которых может варьироваться в зависимости от состава загрязняющих веществ и группы населения [2, 5, 20, 23–25, 29, 30, 32, 33, 39, 40, 44, 46, 49, 55, 65, 69, 71–75, 78, 92, 94, 99–101, 105, 111–114, 119, 122–128, 131–133, 153, 155, 157, 159, 161, 177]. Впервые негативные последствия воздействия усилившегося загрязнения воздуха на здоровье населения зарегистрированы в Бельгии в долине Меза в 1930 году, далее – в Лондоне в 1952 году. Наблюдался рост числа тяжелых заболеваний, смертности от респираторных заболеваний и общей смертности. Исследование, проведенное в 1990-х годах в Великобритании, подтвердило связь между воздействием загрязнения воздуха и неблагоприятными последствиями для здоровья. При этом, главной причиной

смертности оказались не респираторные, а сердечно-сосудистые заболевания. Загрязнение воздуха является сложной динамичной смесью газообразных и твердых компонентов, каждый из которых может оказывать пагубное воздействие на здоровье человека. Наибольший неблагоприятный эффект связан не с летучими органическими веществами и газами (CO, NO₂, SO₂, O₃), а с твердыми взвешенными частицами – РМ (от английского particulate matter – твёрдые частицы). Твердые частицы могут адсорбировать различные соединения, в большей мере задерживаются в легочных альвеолах, что приводит к более выраженным системным эффектам [39].

В зависимости от размера, твердые взвешенные частицы подразделяются на: крупные – диаметром 10–2,5 мкм (PM₁₀), мелкие – от 0,1 мкм до <2,5 мкм (PM_{2,5}), ультрадисперсные – менее 0,1 мкм (PM_{0,1}). PM_{2,5}, имеющие большую реактивную поверхность, чем крупные частицы, могут переносить большее количество загрязнителей, включая токсические, и обладают более высокой способностью проникать в легочные альвеолы и кровоток. Считается, что твердые частицы диаметром менее 2,5 мкм (PM_{2,5}) оказывают серьезное влияние на смертность, связанную с загрязнением окружающей среды, во всем мире. Механизмы неблагоприятного действия вдыхаемых твердых частиц на организм являются множественными и взаимосвязанными. Поступление мелких загрязнителей в бронхолегочную систему может вызывать локальное воспаление, выработку цитокинов и других воспалительных медиаторов. Медиаторы воспаления, пройдя бронхоальвеолярный барьер, вызывают системное воспаление. Возможна прямая транслокация наночастиц, включая токсические, в кровоток и непосредственное воздействие на отдаленные органы [39]. Загрязнители воздуха попадают в организм воздушно-капельным или пероральным путем. PM_{2,5} могут легко перемещаться в нижние дыхательные пути и вызывать респираторные заболевания, а также может перемещаться из легких в кровь, достигая любых органов тела через систему кровообращения. Твердые частицы опасны для здоровья человека из-за осаждения на их поверхности других загрязняющих веществ (тяжелых металлов, полициклических ароматических

углеводородов, диоксинов, фуранов, полихлордифенила). Газообразные загрязнители, в зависимости от их растворимости в воде, всасываются в проксимальных или дистальных отделах дыхательных путей. Диоксид серы и формальдегид являются хорошо растворимыми в воде газами, поэтому они не попадают в легкие и раздражают эпителий верхних дыхательных путей. Диоксид азота плохо растворим в воде, поэтому осаждается в более периферических отделах дыхательных путей. Косвенным источником воздействия загрязнителей воздуха является пищеварительный тракт через перенос по пищевой цепи [94].

Последствиями загрязнения воздуха являются: замедление развития легких у детей, развитие сердечно-сосудистых заболеваний (аритмия, острый инфаркт миокарда, инсульт), а также онкологических заболеваний, болезней дыхательных путей (астма, бронхит, пневмония, хроническая обструктивная болезнь легких), диабета, аллергии, экземы и других заболеваний кожи, заболеваний нервной системы (деменция у взрослых, угнетение развития мозга у детей) [23, 32, 49, 92, 94, 114, 123, 126, 127, 132, 133, 155, 157, 159]. Результаты научных исследований показывают взаимосвязь между уровнями взвешенных веществ, диоксида серы, выбросов ископаемого топлива и риском ранней смерти от сердечных заболеваний. Результаты исследования влияния распространенных загрязнителей воздуха (PM_{2,5}, диоксид серы) на здоровье жителей США показали, что люди, живущие в более загрязненных городах, имеют более высокий риск госпитализации и ранней смерти от легочных и сердечных заболеваний по сравнению с теми, кто живет в менее загрязненных городах [127]. Более половины бремени загрязнения воздуха для здоровья человека приходится на население развивающихся стран [94]. Женщины в странах с низким уровнем дохода более подвержены воздействию загрязнения воздуха в домашних хозяйствах в результате использования твердого топлива при приготовлении пищи. Ожидается, что сокращение этого вида загрязнения снизит глобальное бремя заболеваний, связанных с респираторными инфекциями, раком легких и болезнями сердца. Ущерб здоровью и риск смертности в развивающихся странах преимущественно связан с твердыми частицами, свинцом, низким уровнем озона,

оксидами азота и серы [94]. Эпидемиологические исследования демонстрируют взаимосвязь между концентрациями загрязняющих веществ, продолжительности их воздействия и опасностью для здоровья [20, 46, 122, 127].

Взаимосвязь между загрязнением воздуха и смертностью более выражена для мелкодисперсных частиц в сравнении с газообразными загрязнителями. Воздействие твердых частиц связано с увеличением числа госпитализаций и смертности среди взрослых и сокращению продолжительности жизни [20, 44, 46, 101, 122, 127]. Согласно исследованиям, текущее воздействие твердых частиц антропогенного происхождения приведет к потере ожидаемой продолжительности жизни в Европе в среднем на 8,6 месяцев. Данные мониторинга в 40 европейских странах демонстрируют, что около 500 тысяч смертей в год спровоцировано воздействием твердых частиц ($PM_{2,5}$ и PM_{10}). Результаты 124 исследований крупнейших городов Северной Америки и Европы показали увеличение уровня смертности в диапазоне 0,2–0,6% при увеличении концентрации твердых частиц диаметром менее 10 мкм (PM_{10}) в окружающей среде на 10 мкг/м^3 [20]. Загрязнение воздуха твердыми частицами приводит к развитию рака легких и других сердечно-легочных смертельных заболеваний [44], влияет на развитие интеллекта у детей и на снижение когнитивных способностей у людей всех возрастов. Дети, проживающие в районах с высоким загрязнением воздуха, имеют более низкий IQ и худшие результаты тестов на память, чем дети из более чистых районов [23]. Установлена линейная зависимость риска от концентрации загрязнителей. Твердые частицы диаметром менее 10 мкм при вдыхании проникают глубоко в дыхательную систему, частицы диаметром менее 2,5 мкм поступают в легкие, затем в кровоток и переносятся в другие органы [157]. Кратковременное воздействие $PM_{2,5}$ значительно увеличивает риск сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний среди людей старше 65 лет. В США Национальное исследование заболеваемости, смертности и загрязнения воздуха показало увеличение общей смертности на 0,41% в ответ на увеличение содержания PM_{10} в окружающем воздухе на 10 мкг/м^3 . Исследование, включающее более 11,5 млн человек, выявило зависимость между количеством

госпитализаций с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, хронической обструктивной болезни легких и респираторных инфекций от концентрации $PM_{2.5}$. В ряде исследований показано, что воздушные загрязнители при попадании в организм человека могут привести к окислительному стрессу, что способствует возникновению патологических эффектов, прежде всего со стороны сердечно-сосудистой системы [69, 72, 74, 128, 131]. Эпидемиологические исследования выявили сокращение вариабельности сердечного ритма при повышенном суточном уровне загрязнения атмосферного воздуха [24, 25]. Зарегистрировано снижение вариабельности сердечного ритма при воздействии твёрдых частиц даже у здоровых добровольцев [124]. Кратковременное воздействие $PM_{2.5}$, от 1 до 3 суток, даже при суточном уровне $11,98 \text{ мкг/м}^3$ связано с повышенным риском внезапной остановки сердца. Сочетание с другими загрязнителями (CO , SO_2 , O_3) увеличивало риск остановки сердца. Частота внезапной остановки сердца возрастала при увеличении концентрации и продолжительности воздействия $PM_{2.5}$ [71, 78, 111, 153, 161]. Поллютанты могут вызывать активацию тромбоцитов, повышение гематокрита, способствуя развитию сердечно-сосудистых заболеваний [69, 72, 74, 128, 131]. В когортном исследовании продемонстрировано влияние воздушных загрязнителей на кальцификацию коронарных артерий в выборке из 8867 участников в Китае [33]. Установлено влияние длительного загрязнения воздуха на развитие атеросклеротических бляшек в коронарных артериях, отмечено увеличение их количества, размера, что является предшественником острых коронарных нарушений. Полученные результаты служат доказательством того, что длительное воздействие загрязнителей воздуха способствует прогрессированию атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний [78]. Установлена связь развития инсульта с загрязнением атмосферного воздуха. Исследования показали, что воздействие $PM_{2.5}$ может привести к дисфункции гематоэнцефалического барьера и их поступлению в центральную нервную систему, вызывая воспалительную реакцию, связанную с церебральными заболеваниями. Многие китайские и японские исследователи считают загрязнители воздуха потенциальными

факторами, способствующими развитию инсульта, включая геморрагический [30, 112, 113]. $PM_{2,5}$ проникают в мозг через обонятельный эпителий или через нарушенный гематоэнцефалический барьер. Далее они вызывают нейровоспаление с последующим образованием свободных радикалов, окислительным повреждением белков, накоплением аномальных белковых агрегатов и индукцией нейродегенерации. Другой потенциальной причиной нейродегенеративного заболевания является нейроапоптоз – показано, что воздействие $PM_{2,5}$ вызывает повреждение митохондрий и гибель нейронов. Многократное вдыхание наночастиц, обнаруженных в загрязненном воздухе, может иметь ряд негативных последствий для мозга, в том числе хроническое воспаление нервных клеток головного мозга. Присутствие железа в загрязненном воздухе ускоряет этот процесс. Наночастицы магнетита способны повышать токсичность аномальных белков, обнаруженных в центре бляшек, что подтверждает посмертный анализ мозга пациентов с болезнями Альцгеймера и Паркинсона [29].

Обнаружена связь загрязненного воздуха с заболеваемостью сахарным диабетом, болезнью Паркинсона [125, 177], нарушениями микробиома [75]. Выявлена связь между воздействием загрязнителей воздуха на матерей и неблагоприятным развитием плода (задержкой внутриутробного развития, преждевременными родами, мертворождениями, рождением детей с низкой массой тела, выживаемостью младенцев из-за заболеваний дыхательной системы) [55, 94, 119].

Загрязнение воздуха в помещениях асбестовыми волокнами может привести к развитию хронического бронхита, асбестоза, рака легких и мезотелиомы. Всемирная организация здравоохранения признала асбест канцерогеном, загрязняющим окружающую среду во всем мире. Согласно оценкам экспертов Европейского союза, рак, связанный с асбестом, станет причиной примерно 500 тысяч смертей до 2030 года в Западной Европе [65, 94, 99, 100].

Загрязнение воздуха в помещениях диоксином и родственными соединениями оказывает негативное воздействие на иммунитет, репродуктивные органы, эндокринную систему и способствует развитию онкологических заболеваний [94].

Использование небезопасной питьевой или бытовой воды может представлять серьезную угрозу для здоровья человека. Около 80% болезней в мире, особенно в развивающихся странах связаны с загрязненной водой. Доступность безопасной воды и надлежащей санитарии является важным условием обеспечения общественного здоровья и одним из основных прав человека. Отсутствие чистой воды и санитарии является вторым по значимости фактором риска с точки зрения глобального бремени болезней после недоедания. Более 1,1 миллиарда человек не имеют доступа к безопасной воде, 2,5 миллиарда – к санитарным услугам. Значительная часть этих людей проживает в 49 развивающихся странах, где растет число случаев заболеваний, связанных с водой (холера, диарея, дизентерия). Микробное загрязнение подземных вод из-за сброса сточных вод, высокая концентрация органических веществ в морских и прибрежных водах из-за сельскохозяйственных стоков являются одними из наиболее серьезных угроз. Согласно последним статистическим данным Европейской комиссии, 20% всех поверхностных вод Европейского Союза находятся под серьезной угрозой загрязнения. В развивающихся странах с неблагоприятной инфраструктурой проблема загрязнения воды стоит еще острее [35, 76, 79, 140, 156, 172].

С употреблением необработанной или неправильно обработанной питьевой воды связаны вспышки, вызванные бактериальными, вирусными и паразитическими микроорганизмами. По оценкам ВОЗ в 1996 году, каждые восемь секунд ребенок умирал от болезней, связанных с водой, ежегодно более пяти миллионов человек умирали от болезней, связанных с небезопасной питьевой водой или ненадлежащими санитарными условиями [79].

Значительная доля бремени болезней обусловлена разработкой и управлением водными ресурсами (строительство плотин, развитие ирригации,

борьба с наводнениями), способными привести к увеличению числа случаев малярии, японского энцефалита, шистосомоза, лимфатического филяриоза. Ежегодно регистрируется 396 миллионов случаев заболевания малярией и 1,3 миллиона смертности. Около 200 миллионов человек инфицированы шистосомозом, 20 миллионов из которых страдают от тяжелых последствий, около 500 миллионов подвержены риску трахомы [35, 76, 79, 156].

Питье и купание в загрязненных водах являются одними из наиболее распространенных путей распространения инфекционных заболеваний. Дети, живущие в антисанитарных условиях и употребляющие грязную воду, чаще умирают в возрасте до пяти лет от диареи, холеры, малярии. [35, 76, 79, 156].

Заражение питьевой воды фекалиями связано с развитием гепатита А. Бангладеш, Индия, Мальдивские Острова и Непал являются странами с высокой эндемичностью по гепатиту А. Согласно данным ВОЗ, в Бангладеш, Индии, Индонезии, Мьянме и Непале зарегистрированы вспышки гепатита Е, обусловленные передачей через воду [79].

Использование недостаточно очищенных сточных вод для орошения и фекальных шламов для внесения удобрений в почву связано с повышенной распространенностью кишечной гельминтозной инфекции, и других кишечных и паразитарных инфекций, включая холеру, брюшной тиф, паратиф, полиомиелит, криптоспоридиоз, анкилостомоз, аскаридоз и шистосомоз. Болезни, передающиеся через человеческие экскременты, в основном поражают детей и малоимущих. По оценкам ВОЗ, ежегодно 1,8 миллиона человек умирают от диарейных заболеваний, включая холеру. Из них 90% составляют дети в возрасте до 5 лет, в основном проживающие в развивающихся странах. Выявлено, что около 133 миллиона человек инфицированы кишечными гельминтозами высокой интенсивности, вызывающими около 9400 смертей ежегодно. Около 40 миллионов человек в мире инфицированы трематодами, более 10% населения подвержено риску заражения [35, 76, 79, 156].

Загрязнение воды представляет угрозу для жизни людей как в сельских, так и в городских районах. Источниками водоснабжения для большинства жителей

являются поверхностные воды, часто загрязняемые сточными водами и промышленными отходами. Около 90% загрязнения речной системы связано с жизнедеятельностью человека. Так, поверхностные воды в долине Катманду сильно загрязнены промышленными стоками, бытовыми отходами, сбросом неочищенных сточных вод из жилых районов. В Катманду ежедневно сбрасывается в реку около 75 тонн отходов и более 32 миллионов литров сточных вод, образующихся домашними хозяйствами [35, 51, 76, 79, 156,].

Промышленные отходы приводят к загрязнению воды тяжелыми металлами [117], токсичными химическими веществами, моющими средствами, не поддающимися биологическому разложению материалами. Изменение климата провоцирует такие последствия, как экстремальная жара, наводнения, засухи, пожары, и увеличивает риски заболеваемости, смертности и благополучия населения во всем мире, особенно в странах с низким уровнем дохода. Согласно оценкам, в 2000 году изменение климата стало причиной около 2,4% случаев диареи и 6% случаев малярии. Исследование, проведенное в Мексике, показало, что снижение выбросов парниковых газов приведет к предотвращению примерно 64 тысячи преждевременных смертей в течение двадцатилетнего периода [27, 140, 164].

Установлено, что сведение к минимуму воздействия факторов экологического риска путем улучшения качества воздуха и доступа к улучшенным источникам питьевой и бытовой воды, санитарии и чистой энергии связано со значительными преимуществами для здоровья и может внести значительный вклад в достижение Целей развития тысячелетия в области экологической устойчивости, здоровья и развития. Влияние экологических факторов на здоровье населения приводит к значительному ущербу для экономики на национальном и международном уровнях. Недостаточный учет экономической ценности экосистем является одной из важных причин ухудшения состояния окружающей среды. Взаимосвязанные воздействия на окружающую среду и здоровье населения требуют экономической оценки и прогноза вероятных последствий, разработки и внедрения экономических инструментов для

эффективной и устойчивой экономической и экологической политики. К экономическим инструментам, нацеленным на принятие превентивных мер и отказу от загрязняющей деятельности, относятся: стандарты и квоты, налоги на добычу и загрязнение, субсидии и торговые разрешения. Эти стратегии должны быть направлены на обеспечение эффективного, справедливого и устойчивого покрытия экологических рисков для здоровья населения всех социально-экономических групп [27, 70, 80, 140, 164].

1.2. Урбанизация как социальное явление и ее последствия

Процесс урбанизации представляет собой рост доли городского населения от общей численности населения государства и сопровождается социальными и поведенческими особенностями, относящимися к городскому образу жизни. Этот рост может быть достигнут естественным приростом городского населения, уменьшением доли людей, проживающих в сельской местности, путем миграции населения из сельских районов в городские, расширением существующих городских административных границ и появлением новых городов [50, 106, 140, 166].

Количественное выражение урбанизации может представлять собой либо уровень городского развития по отношению к общей численности населения, либо скорость увеличения доли городского населения. Урбанизация способствует социальным, экономическим, экологическим изменениям и изучается в рамках географии, экономики, социологии, архитектуры и здравоохранения [50, 82]. В настоящее время развитие устойчивости городов в условиях растущей урбанизации осуществляется в Рамках Цели 11 «Устойчивые города и сообщества», которая является одной из семнадцати целей в области устойчивого развития, установленных Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций в 2015 году.

Урбанизация имеет ряд как положительных, так и отрицательных последствий. Среди положительного воздействия можно отметить увеличение

возможностей для доступа населения к услугам здравоохранения, образования, рынку труда, более качественного жилья, а также сокращение транспортных расходов. Увеличение уровня доходов населения улучшает сектор экологически чистых услуг, увеличивает спрос на экологически чистые продукты, повышает экологическую значимость благодаря более высокому уровню жизни в городских районах по сравнению с сельскими, ограничивает выбросы загрязняющих веществ за счет увеличения инвестиций и применения инновационных технологий. Снижение рождаемости в городах до коэффициента воспроизводства и ниже уменьшает экологические стрессы, вызванные ростом населения. Эмиграция из сельской местности уменьшает негативное воздействие натурального хозяйства на окружающую среду [41, 50].

К негативным социальным явлениям урбанизации относятся: повышение стоимости жизни, отчуждение, стресс, массовая маргинализация. В отношении здоровья населения отмечается развитию ожирения, связанного со снижением физической активности и менее сбалансированным питанием [143]. Превышение темпов урбанизации над темпами экономического развития способствует росту безработицы и повышенному спросу на ресурсы, что при высокой незапланированной миграции приводит к увеличению социального неравенства и быстрому росту трущоб. Неустойчивый рост экономики, основанный на небольшом числе отраслей, обуславливает отсутствие доступа к финансовым и консультативным услугам по вопросам предпринимательской деятельности [81].

Сочетание изменяющихся экологических условий и растущего городского населения угрожает здравоохранению и может вызвать гуманитарную и экологическую катастрофу.

К экологическим проблемам урбанизации относятся:

- 1) появление городских островов тепла, приводящих к повышению температуры, снижению влажности почвы и реабсорбции выбросов углекислого газа [140, 164];

2) эвтрофикация водоемов, вызывающая цветение водорослей, и способствующая снижению общего качества воды, нарушению естественного баланса водных экосистем [137];

3) увеличение выбросов углекислого газа приводит к дополнительному поглощению мировым океаном, увеличивая подкисление воды, что имеет негативные последствия для морских организмов и изменению биоразнообразия [158];

4) быстрый рост пищевых отходов приводит к повышению концентрации метана, а также увеличению грызунов и насекомых, являющихся переносчиками заболеваний, опасных для животных и человека [163];

5) изменение биоразнообразия, вызванное разрушением и разделением естественных мест обитания [103, 110, 120].

Хотя урбанизация связана с улучшением общественной гигиены, санитарии и здравоохранения, она способствует увеличению смертности от неинфекционных заболеваний, связанных с городским образом жизни, включая онкологические и сердечно-сосудистые заболевания [62]. Уровень здоровья населения в городах преимущественно выше, в сравнении с сельскими районами. Однако жители бедных городских районов, трущоб и неформальных поселений чаще подвержены травмам, болезням и преждевременной смерти, что связано с низким уровнем жизни, бедностью и ограниченным доступом к высококвалифицированной медицинской помощи. Уменьшение употребления здоровой пищи и увеличение жиров, сахаров и соли связаны с большим риском ожирения, диабета и связанных с ними хронических заболеваний. Показано, что индекс массы тела и уровень холестерина увеличиваются с повышением национального дохода и степенью урбанизации [38, 59]. У детей урбанизация связана с более низким риском недоедания, но более высоким риском избыточного веса. Урбанизация способствует увеличению риска развития астмы и аллергических заболеваний, в связи с воздействием повышенных уровней загрязнителей воздуха, таких как диоксид азота, оксид углерода, твердые частицы диаметром менее 2,5 микрометров [40, 54, 105, 165, 169]. В отношении

психического здоровья выделяют факторы, влияющие на человека и факторы, влияющие на большую социальную группу. На макро-уровне изменения, связанные с урбанизацией, способствуют социальной дезинтеграции и дезорганизации, социальному неравенству, проблемам с личной безопасностью, потерей позитивных Я-концепций от негативных событий, создавая воспринимаемую неуверенность [130, 145]. Распространенным индивидуальным психологическим фактором является повышенный стресс [154].

Изменения в социальной организации приводят к перенаселённости, сокращению социальной поддержки, росту насилия и преступности. Рост преступности, являющийся важным социальным показателем, связан с такими факторами урбанизации, как неравенство доходов, общая численность населения, уровень безработицы [73].

В настоящее время используются методы урбанизма и разумного роста для создания городов, характеризующихся многофункциональным развитием, удобным дизайном при высокой плотности населения, сохранением земель, социальной справедливостью, экологическим и экономическим разнообразием [50, 110].

1.3. Развитие урбанизации в КНР

Исторически развитие урбанизации Китая происходило вследствие избытка сельскохозяйственного производства, что привело к образованию крупных городов. Во времена династий Тан и Сун (VII–XIII вв.) уровень урбанизации не превышал 10% от общей численности населения. Кайфэн, столица Северной Сун, и Ханчжоу, столица Южной Сун, имели около 1,4 миллиона и 1 миллион жителей соответственно. К началу XVII века, несмотря на рост абсолютной численности городского населения, доля городского населения сократилась на 5%.

С 1840 года темпы урбанизации выросли с 5,1% до 7,7–7,9%, в основном в прибрежных районах в связи с развитием внешней торговли. Например, Шанхай до 1895 года являлся преимущественно деловым городом с населением до 500 тысяч человек, увеличение численности населения осуществлялось за счет притока иностранных предпринимателей. С 1895 года до середины 1930-х годов

уровень урбанизации Китая увеличился с 7–8% до 12–15%. Происходило стремительное развитие некоторых крупных и средних городов, таких как Шанхай, Тяньцзин, Нанкин, Пекин и Чанша. В начале XX века происходило увеличение темпов урбанизации в приграничных провинциях, особенно в северо-восточном регионе. В 1907 году на Северо-Востоке Китая насчитывалось 37 городов с населением более 10 000 человек, 2 города с населением от 100 тысяч до 200 тысяч человек. В 1930 году общее число городов достигло 75, три города имели численность населения более 200 000 человек, два города насчитывали от 100 000 до 200 000 человек, более 120 уездов имели население более 2000 человек. Шэньян, Далянь, Аньшань, Фушунь, Цицикар, Харбин и другие города стали региональными экономическими центрами. Тем не менее, развитие урбанизации Китая в тот период не являлось сбалансированным [89, 102, 144, 151].

В 20-30 годы XX века, связанные с длительной гражданской войной, города Китая были претерпели разрушения, процесс урбанизации серьезно замедлился, доля городского населения сократилась с 12–15% до 10,6% [144]. Во время основания Китайской Народной Республики в 1949 году промышленная база Китая и уровень урбанизации имели низкие показатели. Национальный уровень индустриализации составлял 12,57%, уровень урбанизации – 10,6%, пространственное распределение промышленности и городов являлось несбалансированным [151].

Далее темпы урбанизации в Китае были обусловлены национальной политикой. В период с 1949 по 1952 года рост тяжелой промышленности составил 48,8% в год, легкой промышленности – 29% в год, число рабочих увеличилось на 97,5%. Темпы урбанизации возросли, и к 1952 году городское население составляло около 57,6 млн. человек, доля городского населения от общей численности населения увеличилась до 11,8%. В годы первой пятилетки с 1952 по 1957 года городское население увеличилось почти до 99,5 миллиона человек. Уровень урбанизации в Китае возрос с 11,8% до 15,4%, а число городов повысилось со 136 в 1949 до 176 в конце 1957. Рост городов в период 1952–1957

гг. был связан с увеличением промышленного производства, которое привело к усилению городской застройки и миграции населения из сельской местности в города [151]. В период между 1950 и 1965 годами городское население ежегодно увеличивалось на 3–4%. Быстрый рост наблюдался во время Большого скачка в 1958–1960 годах, в соответствии с темпами быстрой индустриализации. Было создано 44 новых города, городское население увеличилось на 31,4% с более чем 99,49 миллиона в 1957 году до более чем 130 миллионов в 1960 году. Уровень урбанизации возрос с 15,4% в конце 1957 года до 19,7% в 1960 году [151].

Однако большинство городов Китая были построены в масштабах, превышающих уровень экономического развития. В связи с этим, с 1961 года государство начало реализовывать экономический план, направленный на сокращение городского населения и числа городов. В 60–70 годах XX века процент городского населения снизился в связи с возвращением в сельскую местность для восполнения нехватки рабочей силы из-за общенационального голода, а также Культурной революцией и связанной с ней кампании по переселению в сельскую местность сотен тысяч городских кадров, молодежи и интеллигенции. В период с 1960 по 1965 годы уровень урбанизации снизился с 19,8% до 17,9%. По оценкам, с 1962 по 1978 годы 18 миллионов молодых людей переехали из города в сельскую местность. В период с 1966 по 1978 годы общее городское население страны увеличилось со 133 миллионов до 172 миллионов, при этом средний темп роста составил всего 2,2%, а уровень урбанизации увеличился с 17,86% до 17,92% [151].

После смерти Мао Цзэдуна в 1976 году, экономическая реформа Китая привела к увеличению доли городского населения, которая к 1997 году достигла 32%. После начала политики открытости в конце 1978 года, с непрерывным экономическим строительством, рост городского населения начал ускоряться. С 1992 года была проведена полная экономическая реформа, обеспечившая льготами крупные города восточного прибрежного региона. Поток иностранных инвестиций способствовал формированию глобальных производственно-сбытовых цепочек, трансформации Китая, и создал новые возможности для

трудоустройства. Важным фактором урбанизации являлось развитие производства и эксплуатация дешевой рабочей силы в стране. Политика деколлективизации позволила населению заниматься несельскохозяйственной деятельностью, что вызвало приток мигрантов в города [151].

По сравнению с 1960-ми и 1970-ми годами, количество городов на материковой части Китая резко возросло в период с 1980 по 1995 год, со 193 в 1978 году до 622 в 1994 году, в среднем 33 города в год. К 1994 году городское население материкового Китая достигло 343 миллионов человек, а уровень урбанизации достиг 28,6%, увеличившись на 10,7% по сравнению с 1978 годом. К 2000 году городское население приблизилось к 456 миллионам человек, а уровень урбанизации увеличился до 36,09 процента. По состоянию на 2016 год уровень урбанизации материкового Китая достиг 57,35%, а городское население превысило сельское население [89, 102, 151]. Китай сформировал городские агломерации, такие как дельта Жемчужной реки, среднее и нижнее течение равнины реки Янцзы. Согласно статистике китайской переписи 2010 года, в Китае насчитывалось 6 мегаполисов с постоянным населением более 10 миллионов человек, из которых Шанхай занимал первое место в стране с 22,3155 миллиона человек [42, 61, 151].

В настоящее время рост городского населения связан с миграцией из сельской местности. Около 40 % городских жителей являются мигрантами, что составляет до 260 миллионов человек. Экономическая реформа и приоритизация отдельных провинций и городов, таких как Гуандун и Чжэцзян, привели к неравномерному развитию территорий и усугублению региональных различий [61]. Выявленные тенденции способствовали реализации региональной политики, направленной на перенаправление ресурсов в более бедные регионы страны [151, 152].

Согласно административному делению КНР, выделяют три уровня городов:

- 1) провинциальный уровень, который состоит из муниципалитетов и специальных административных районов;
- 2) города уровня префектуры;

3) города уездного уровня.

Согласно статистическим данным, в 2020 году в Китае насчитывалось 687 городов, из которых: 4 муниципалитета, 2 специальных административных района, 293 города префектурного уровня, включая 15 субпровинциальных городов, и 388 городов уездного уровня, включая 38 подпрефектурных городов. Зарегистрировано 102 города с населением более 1 миллиона человек, 4 из них являются централизованно управляемыми муниципалитетами, которые включают в себя плотные городские районы, пригороды и крупные сельские районы: Чунцин (28,84 млн), Шанхай (23,01 млн), Пекин (19,61 млн) и Тяньцзинь (12,93 млн) [148].

Несмотря на ограничения роста населения в связи с политикой одного ребенка, темпы урбанизации в КНР увеличиваются, что связано, преимущественно, с миграцией населения и территориальной экспансией городских районов. С 2011 года более 50% населения Китая зарегистрированы как городские жители, в 2022 году уровень урбанизации составил 64,7%, согласно прогнозам, к 2035 году достигнет 75–80% [148, 151].

1.4. Урбанизация как фактор риска в КНР

Высокий уровень урбанизации в Китае приводит к увеличению нехватки ресурсов и ухудшению состояния окружающей среды, влияющим на здоровье населения [4, 83, 151, 166]. Города КНР входят в число городов мира с наибольшим загрязнением воздуха, что связано с растущим развитием промышленности, потреблением энергии и транспортом. Согласно данным Всемирной Организации Здравоохранения, среди 500 крупнейших городов Китая, критериям чистоты воздуха соответствуют менее 1%. Основной вклад в загрязнение воздуха вносят промышленные предприятия, в первую очередь, относящиеся к угольной промышленности. Ежегодный рост числа автомобилей также приводит к загрязнению атмосферы, кроме того, подавляющее большинство электроэнергии для транспортных средств производится на

ископаемом топливе. Основными загрязнителями воздуха в КНР являются: оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, летучие органические соединения, озон, тяжелые металлы, твердые частицы ($PM_{2.5}$ и PM_{10}). Они различаются по химическому составу и свойствам, выбросам, времени распада и способности к диффузии на большие или короткие расстояния [22, 134, 135, 166, 175]. Загрязнение воздуха оказывает негативное воздействие на широкий спектр систем и органов человека, вызывая ухудшение респираторных симптомов, снижению функции легких, а также приводит к более частому использованию лекарств и обращению за медицинской помощью, госпитализации и преждевременной смерти [28, 129]. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, загрязнение наружного воздуха было связано примерно с 300 000 преждевременных смертей в год в Китае [49], китайские ученые дали аналогичные оценки [179]. Основными последствиями загрязнения воздуха для здоровья являются респираторные и сердечно-сосудистые заболевания. Одним из наиболее часто упоминаемых загрязнителей городского воздуха являются антропогенные твердые частицы, особенно твердые частицы с аэродинамическим диаметром менее 2,5 мкм, повышающие риск заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний. Аммоний, нитраты и сульфаты, переносимые твердыми частицами, являются основным источником смога. Кроме того, отток загрязняющих веществ из городских районов в сельские может привести к увеличению концентрации озона в сельскохозяйственных районах и снижению урожайности сельскохозяйственных культур. В сельских районах Китая уголь и топливо из биомассы по-прежнему широко используются в печах и вызывают значительное загрязнение воздуха в помещениях. Сжигание твердого топлива в помещениях высвобождает большое количество загрязняющих веществ и увеличивает концентрацию вдыхаемых частиц и угарного газа более чем в десять раз по сравнению с санитарными нормами. Неблагоприятное воздействие твердого топлива на здоровье включает рак легких, острую респираторную инфекцию и хроническую обструктивную болезнь легких [179]. По оценкам ВОЗ, твердое топливо, используемое в китайских домашних

хозяйствах, вызывает примерно 420 000 преждевременных смертей ежегодно. Кроме того, увеличивается количество новых источников загрязнителей воздуха внутри помещений, таких как формальдегид и другие химические вещества, выделяемые строительными материалами [83].

Согласно «Плану по предотвращению и ограничению загрязнения воздуха» от 2013 г. происходит сокращение концентрации тонкодисперсных частиц в атмосфере. На эту инициативу было выделено 270 млрд долларов, и дополнительно ещё 120 млрд — для борьбы с загрязнением в Пекине. Подобное улучшение экологической обстановки стало возможным благодаря снижению зависимости страны от угля, контролю за вредными выбросами транспортных средств и промышленных сооружений, а также увеличению производства возобновляемых источников энергии. Правительство КНР запретило строительство новых угольных электростанций в 2016 году. В 2017 году было отменено строительство 103 электростанций, работающих на угле. В июле 2018 года Китай объявил о новом плане действий по загрязнению воздуха на 2018–2020 гг, направленный на сокращение выбросов летучих органических соединений и оксидов азота на 10% и 15% соответственно к 2020 году. В 14-й пятилетке (2021–2025 гг.) запланировано сокращение количества угольных шахт и повышение технологичности угледобычи. К 2030 году запланировано строительство более 1 тысячи угольных электростанций, работающих на принципах «HELE» (высокая эффективность и низкая эмиссия). Согласно «Проекту Генерального плана Пекина» в период до 2030 года планируется достичь национального стандарта качества воздуха [6].

Быстрый нерегулируемый промышленный рост и урбанизация без достаточных инвестиций в проблемы с водоснабжением усугубили заболеваемость паразитарными заболеваниями и инфекциями, передаваемыми через воду. В опубликованном в январе 2016 года Министерством водных ресурсов отчете о состоянии 2 103 скважин указано, что более 80% поверхностных и грунтовых вод непригодны для питья или бытовых нужд из-за тяжелого загрязнения, источником которого являются промышленные и

сельскохозяйственные предприятия. Мониторинг 532 рек, проведенный Министерством водных ресурсов показал, что 436 из них являются загрязненными, при этом 13 имеют высокое загрязнение [77]. Существенно загрязнены 7 крупных водных систем: Янцзы, Хуанхэ, Хуайхэ, Хайхэ, Чжуцзян, Сунгари, Ляохэ. Основными источниками загрязнения водоемов являются твердые бытовые отходы, коммунальные и промышленные стоки, нефтепродукты и другие химические вещества, в частности неорганические и органические микрозагрязнители, состоящие из токсичных металлов и металлоидов, ряд синтетических органических химических веществ [13, 79]. Загрязнение тяжелыми металлами выявлено в бассейне реки Сянцзян провинции Хунань, и река Сянцзян была выбрана в качестве ключевого региона для борьбы с загрязнением тяжелыми металлами. Результаты исследования продемонстрировали, что пять из десяти сбросов из семи промышленных парков и горнодобывающих предприятий, являющихся ключевыми контрольными точками, постоянно превышают предельные уровни выбросов тяжелых металлов, и три из четырех источников питьевой воды вблизи этих районов не соответствуют стандартам безопасности. В связи с вышеизложенным, одной из важнейших экологических проблем является дефицит питьевой воды. Тридцать из тридцати двух мегаполисов испытывают проблемы с водоснабжением. Нехватка питьевой воды вынуждает некоторые группы населения использовать загрязненные источники воды, что может способствовать развитию онкологических заболеваний органов пищеварительной системы, заражению холерой и кишечными заболеваниями. Токсичные микроцисты вызывают загрязнение питьевой воды, провоцируя сыпь, диарею, повреждение нервов, рак печени и желудка. Повышенное воздействие загрязненной воды и воздуха привело к возникновению «раковых деревень» – территорий, на которых регистрируется большое количество случаев онкологических заболеваний в течение ограниченного периода времени. Несмотря на развития санитарно-технических сооружений для безопасной и доступной воды, отмечается неравенство в области водоснабжения и санитарии. По состоянию на 2012 год санитарно-гигиенические помещения были

доступны только для 69% китайцев. Вода как в городских, так и в сельских районах является уязвимой для загрязнения и заражения возбудителями заболеваний, а сельские районы подвержены более высокому риску загрязнения сточными водами. Согласно принятому в 2015 году плану, уровень загрязнения более чем 70 % акваторий в семи главных речных бассейнах, должен достичь 3 уровня или ниже. Защита окружающей среды и ликвидация загрязнения водоемов являются главным приоритетом в реализации плана развития Экономического пояса реки Янцзы, которым охвачена одна пятая часть территории Китая. Все производства должны быть перенесены с берегов Янцзы в другие районы, за сферами с наибольшим потреблением воды будет осуществляться жесткий контроль. В 2020 году доля поверхностных водоемов с качеством воды от III категории и выше составила 83,4%, доля с качеством воды ниже V категории – 0,6%. Введенные в 2021 году «Основные положения программы по защите экологии и высококачественному развитию бассейна реки Хуанхэ» и «Закон-план действий по защите и восстановлению реки Янцзы» регулируют правовые аспекты экологической защиты и развития речных бассейнов. В настоящее время увеличивается строительство водохранилищ, ирригационных сооружений и создание компаний, занимающихся глубокой очисткой воды [6].

Расширение городов является одним из основных движущих факторов изменения земельного покрова. Увеличение городской территории приводит к сокращению сельскохозяйственных угодий. Уменьшение площадей обрабатываемых земель способствует интенсификации сельскохозяйственного производства путем использования больших количеств удобрений и пестицидов. Данная тенденция влияет на качество, безопасность и доступность продуктов питания. В настоящее время в КНР наблюдаются проблемы деградации, снижения плодородности почвы, засоления, опустынивания, эрозии, уменьшения количества и качества пахотной земли. Эрозии подвержены 19% земель Китая, что приводит к потерям 5 млрд тонн почв в год. С 1 января 2019 года вступил в силу «Закон о предотвращении загрязнения почв». В 14-й пятилетке (2021–2025 гг.) планируется принятие нового закона по защите почв и грунтовых вод. В

настоящее время к мерам по защите почв от негативного антропогенного воздействия относятся: охрана и восстановление водно-болотных угодий и лесов; возобновление экосистем нецелесообразно распаханых территорий; запрет хозяйственной деятельности в пределах охранных зон; модернизация предприятий агропромышленного и агрохимического комплексов; увеличение применения высокоэффективных пестицидов; увеличение экологической профилактики и биологического контроля в борьбе с вредителями и болезнями основных сельскохозяйственных культур; создание высокоточной цифровой интерактивной почвенной карты. Министерство сельского хозяйства и сельских дел Китая приняло «Программу нулевого роста использования химических удобрений и пестицидов» с заменой на более прогрессивные препараты. Применение генетически модифицированных технологий используется для селекции семян сельскохозяйственных культур, морских рыб, домашнего скота, а также при увеличении лесонасаждения с использованием фитокомплексов из генетически модифицированных растений, поглощающих большее количество углекислого газа [6].

Загрязнение почвы и воды оказывает негативное влияние на производство продуктов питания, делая некоторые районы непригодными для сельского хозяйства, а также приводит к загрязнению сельскохозяйственной продукции. Одной из важных экологических проблем является загрязнение тяжелыми металлами, такими как свинец, ртуть, хром, кадмий и мышьяк, что вызывает серьезную угрозу здоровью местных жителей [86]. В одном из исследований отмечено отравление свинцом нескольких тысяч детей [173]. Загрязнение тяжелыми металлами почвы и воды, применяемой для орошения, является основной причиной попадания тяжелых металлов, таких как кадмий, в китайскую продовольственную систему. Подсчитано, что 12 миллионов тонн зерна ежегодно загрязняются тяжелыми металлами, которые в последствии попадают в почву. Около 54 тысяч квадратных километров земли могут быть загрязнены кадмием. Высшее руководство КНР признало серьезность загрязнения тяжелыми металлами в стране и приняла первый пятилетний план по предотвращению и

борьбе с данной проблемой в период 2010–2015 гг. В плане изложены усилия по сокращению выбросов свинца, ртути, хрома, кадмия и мышьяка в ключевых регионах и перечислены 4452 конкретные компании в 138 областях в четырнадцати провинциях и автономных районах. Согласно научным исследованиям, примерно 10% риса может быть загрязнено кадмием, который попадает на рисовые поля со сточными водами шахт и промышленных предприятий. Рис является основным продуктом питания для 65% населения Китая. Избыток кадмия в рисе приводит к сильным болям в костях. В 2002 году центр мониторинга качества риса и рисовых продуктов при Министерстве сельского хозяйства Китая провел проверку безопасности образцов риса доступного на рынках. Результаты показали, что 10,3% образцов превысили максимально допустимый уровень кадмия в рисе. Другие исследования показали, что из 91 образцов риса проанализированных в 2007 году, 10% содержали избыточный уровень кадмия, в 2008 году из 63 образцов риса, 60% нарушили национальные стандарты по содержанию кадмия. Одно из исследований показало, что город Сянтан, расположенный в бассейне реки Сянцзин, имеет более 80 000 гектаров сельскохозяйственных угодий, загрязненных кадмием, что составляет почти 40% площади города. Министерство окружающей среды и Министерство земельных и природных ресурсов инициировали первое обследование загрязнения почвы в Китае в 2006 году для оценки качества почвы по всей стране путем анализа количества тяжелых металлов, остатков пестицидов и органических загрязнителей в почве. Другие проблемы, связанные с безопасностью пищевых продуктов в Китае, включают: ухудшение состояния окружающей среды на фермах, чрезмерное использование химикатов в сельскохозяйственном производстве (в том числе антибиотиков и использование отработанного масла), экономическую фальсификацию пищевых продуктов или незаконное применение пищевых добавок и красителей, вызывающих риск развития онкологических заболеваний. В июне 2009 года вступил в силу Закон о безопасности пищевых продуктов и создана система управления контролем пищевых продуктов, включающая Комитет Госсовета по безопасности пищевых

продуктов, Министерство здравоохранения, Министерство сельского хозяйства, Управление по надзору за качеством, Департамент инспекции и карантина, Министерство промышленности и торговли и Государственное управление по контролю за продуктами и лекарствами [56].

Большое количество бытового мусора, образующегося из-за перенаселения жителей, стремительно накапливается, способствуя размножению бактерий, загрязняя почву, воздух и грунтовые воды. Производство мусора в Китае является самым высоким в мире и увеличивается со скоростью 8–10% каждый год. С 2000 года проводится политика внедрения отдельного сбора бытового мусора в восьми городах: Пекине, Шанхае, Гуанчжоу, Шэньчжэне, Ханчжоу, Нанкине, Сяомэне, Гуйлине [19, 26, 174]. Отчет, опубликованный Министерством охраны окружающей среды Китая, показал, что в 2015 году внутреннее производство мусора в 246 крупных и средних городах составило 185,64 миллиона тонн. Уровень утилизации составил 97,3%, а уровень безвредной обработки – 92,5%. Среди перечисленных городов наибольшее количество бытового мусора было произведено Пекином с объемом производства 7 903 млн тонн, за которым следуют Шанхай, Чунцин и Шэньчжэнь [175]. Производство бытового мусора в сельской местности составляет 0,3 миллиарда тонн в год, что составляет 75% от производства мусора в городских районах.

Согласно анализу исторических климатических данных, урбанизация повышает среднюю минимальную температуру в Северо-Восточном Китае, что приводит к региональному изменению климата. Увеличение миграции сельского населения в городские районы оказывает влияние на выбросы парниковых газов из-за численности населения. Согласно опубликованным исследованиям, плотность населения коррелирует с изменениями выбросов на душу населения. Рост городского населения влияет на выбросы углекислого газа в жилых домах. Крупные мегаполисы страдают из-за температурного стресса. Повышение температуры способствует выживанию, размножению и передаче патогенов, потенциально увеличивая вспышки инфекционных заболеваний, таких как малярия, лихорадка денге и вирус Западного Нила [43, 47, 66, 166].

Китай испытывает более частые экстремальные погодные явления, такие как осадки, наводнения и засухи, что приводит к увеличению смертности и травм среди населения, и способствует уничтожению сельскохозяйственных культур. Увеличение частоты экстремальных осадков приводит к наводнениям. Некоторые прибрежные города Китая, такие как Шанхай, могут быть затоплены, при увеличении глобальной средней температуры. Массовые наводнения 2007 года привели к гибели более 1200 человек, разрушению 1 млн домов и потери больших посевных площадей. В период 2008–2010 гг. около 62 % городов подверглись наводнениям или заболачиванию. Проливные дожди создают места размножения насекомых, способствуют перемещению грызунов из нор в системы чистой воды, что приводит к увеличению вспышек инфекционных заболеваний. Исследования показывают, что население, пережившее наводнение, страдает также от растущих психических расстройств [36, 66].

Шумовое воздействие, характерное для мегаполисов, может привести к изменению физиологических, психологических и поведенческих процессов, представляя опасность для здоровья населения. Являясь серьезной проблемой общественного здравоохранения, способствует потере слуха, нарушению сна, сердечно-сосудистым заболеваниям, снижению производительности, ухудшению образования и обучения, увеличению употребления наркотиков и несчастных случаев. В рейтинге наиболее загрязненных шумом городов мира, Гуанчжоу, который является южным мегаполисом Китая, занимает первое место, Пекин – шестое, Шанхай двенадцатое, Тайбэй – четырнадцатое, Гонконг – семнадцатое. Шум от дорожного движения рассматривается Всемирной организацией здравоохранения как один из худших экологических стрессоров для человека, уступая только загрязнению воздуха [18, 21, 31, 34, 57, 67, 68, 84, 87, 88, 98, 116, 142, 167, 170]. Шум дорожного движения, особенно в ночное время, повышает риск развития ишемической болезни сердца [21], повышает кровяное давление у людей, проживающих в окружающих жилых районах, причем железные дороги вызывают наибольшие сердечно-сосудистые проблемы [31, 142]. Высокий уровень дорожного шума способствует нарушению артериального кровотока и,

как следствие, повышению артериального давления [31, 34]. Люди, подвергающиеся воздействию более 80 дБ на рабочем месте, имеют повышенный риск увеличения артериального давления [88]. Шум дорожного движения может также увеличить риск нарушения сна, инсульта, диабета и избыточного веса [21]. Неблагоприятные сердечно-сосудистые эффекты возникают от хронического воздействия шума из-за неспособности симпатической нервной системы адаптироваться к данному воздействию, что негативно сказывается на кровяном давлении. Были обнаружены причинно-следственные связи между шумом и психическими расстройствами, а также влиянием на психосоциальное благополучие [18, 68, 84, 98].

С увеличением численности населения, расширением городов, экономическим развитием и более эффективными технологиями освещения наблюдается увеличение светового загрязнения, оказывающего негативное влияние окружающую среду и здоровье населения [3, 64, 104, 121]. Световое загрязнение – это увеличение уровня естественного освещения в ночной среде, вызванное применением искусственного освещения. Наружное освещение улиц, дорог, мостов, аэропортов, коммерческих и промышленных зданий, автостоянок, спортивных центров и жилых домов продолжает расширяться по мере строительства новой инфраструктуры. Световое загрязнение также является источником фазовых сдвигов в циркадианных ритмах, что способствует нарушению работоспособности, сна, когнитивных функций и обмена веществ [97]. Нарушения сна, в свою очередь, могут иметь негативные последствия для ряда заболеваний, таких как диабет, ожирение и другие [85]. Данный вид загрязнения особенно выражен в восточных и прибрежных районах Китая. По данным опроса, проведенного в 2010 году, более половины жителей Шэньчжэня чувствовали себя некомфортно из-за светового загрязнения. Рост городов способствует трансформации городской среды, социальной изоляции, перенаселенности, изменениям в режиме питания и физической активности людей, что также способно влиять на здоровье человека. Среди городских жителей в сравнении с сельскими, преобладает диета с низким содержанием

фруктов и цельного зерна, высоким содержанием натрия, употребление алкоголя, курение и недостаточная физическая активность при избыточном потреблении калорий. Снижение физической активности и употребление высококалорийной пищи являются основными факторами, способствующими росту избыточной массы тела [118, 138, 166].

Опубликовано исследование, включающее анализ зависимости здоровья городских и сельских жителей от различных факторов, включая загрязнение окружающей среды. Полученные данные демонстрируют, что мужчины с большей вероятностью оценивали свое здоровье как хорошее в сравнении с женщинами, что соотносится с другим опубликованным исследованием, проведенным в 2010 году в Китае [141, 175]. Некоторые публикации также отмечают, что женщины страдают от большего числа несмертельных хронических заболеваний [139], несмотря на то, что они живут дольше, чем мужчины [37]. К факторам, оказывающим влияние на здоровье городских жителей относятся: загрязнение воздуха, загрязнение мусором и шумовое загрязнение, пол, возраст, семейное положение, образование и образование отца. Предполагаемое загрязнение воздуха, мусорное загрязнение окружающей среды и шумовое загрязнение оказали значительное негативное воздействие на здоровье городских жителей, в то время как ни один из предполагаемых видов загрязнения не оказал существенного влияния на здоровье сельских жителей [175]. Однако загрязнение окружающей среды в Китае является серьезным как в городах, так и в деревнях. Согласно опубликованным данным, в сельских районах Китая заболеваемость раком желудка и печени на 50% выше, чем в крупных городах, что может быть обусловлено отсутствием защиты качества воды в сельских районах [175]. Таким образом, полученные данные демонстрируют, что горожане сильнее воспринимают загрязнение окружающей среды, чем их сельские сограждане. Проводимая политика прогресса городской среды является движущей силой переноса загрязнения окружающей среды из городских районов в сельские. Строгая экологическая политика, проводимая в городах, способствует переносу сильно загрязняющих окружающую среду предприятий в деревни,

чтобы снизить риск наказания со стороны департаментов охраны окружающей среды и штрафные расходы. Результатами таких изменений является ухудшение состояния окружающей среды в сельской местности и негативное влияние на здоровье деревенского населения [116]. В отчете, опубликованном 8 ноября 2018 года Министерством экологии и окружающей среды и Министерством сельского хозяйства и по делам сельских районов, указано, что к 2020 году коэффициент использования удобрений и пестицидов в основных культурах страны достигнет более 40%, коэффициент охвата почвы, подвергшейся внесению удобрений достигнет более 90%, общий коэффициент использования грибов для скота и птицы превысит 75%, коэффициент использования оборудования для очистных сооружений на крупных фермах превысит 95% [139]. Эти цифры также подчеркивают, что загрязнение воды в китайских сельских районах стало серьезной опасностью [175]. Более того, сбор и переработка мусора в сельской местности не обсуждались до последних лет [174]. Мало внимания уделяется шумовому загрязнению в сельских районах Китая. По сравнению с городскими районами инфраструктура охраны окружающей среды, надзор за загрязнением и технологии защиты окружающей среды в сельских районах значительно отстают. Сельские жители не могут рационально оценить вред загрязнения окружающей среды, поскольку недостаточно осведомлены о рисках для здоровья, связанных с загрязнением из-за слабой экологической политики в их районах [116]. Исследования вредного воздействия качества окружающей среды на здоровье, а также меры, направленные на борьбу с загрязнением окружающей среды, в основном проводились в городских районах КНР. Такой подход создал иллюзию, что загрязнение окружающей среды в китайских городах гораздо серьезнее, чем в деревнях. Отсутствие исследований по распределению качества окружающей среды как в городских, так и в сельских масштабах привело к недостаточному пониманию неравенства в отношении качества окружающей среды и здоровья. Хотя текущие исследования показали, что городские жители могут ощущать вредное воздействие загрязнения окружающей среды, преимущественно из-за выбросов, связанных с дорожным движением, производством электроэнергии и

промышленным производством, сельские жители могут испытывать большее воздействие из-за сельскохозяйственной, лесной или горнодобывающей деятельности [93, 96].

Согласно исследованию, в Китае преобладают сердечно-сосудистые заболевания, рак легких, хроническая обструктивная болезнь легких, дорожно-транспортные травмы, скелетно-мышечные и психические расстройства. Более стремительный темп жизни вызывает психическое напряжение. Отмечается, что около 100 миллионов китайцев имеют психические заболевания различной степени тяжести [138, 166].

К важным медицинским проблемам Китая относится высокая заболеваемость раком легких, что связывается с большим количеством курильщиков среди населения, а также высокими показателями загрязнения воздуха [83, 138, 166, 179].

К широко распространенным заболеваниям относится гепатит В, что связано с такими социально-экономическими факторами как высокие медицинские расходы, связанные с лечением, и дискриминация по отношению к инфицированным людям [107].

Китай занимает третье место в мире по заболеваемости туберкулезом, что связывается с недостатками системы общественного здравоохранения, нехваткой квалифицированных медицинских работников и ограничением доступности противотуберкулезных услуг для всего населения [171].

В конце 2018 года в КНР насчитывалось 1,25 миллиона человек, живущих с ВИЧ/СПИДом. С 2017 г. по 2018 г. выявлено 135 тысяч новых случаев заражения. Несмотря на то, что ВИЧ является инфекцией, передающейся половым путем, в первые годы эпидемии в Китае преобладали неполовые пути передачи, такие как совместное использование игл при употреблении внутривенных наркотиков. К 2005 году 50% новых случаев ВИЧ были вызваны передачей половым путем. Важным путем передачи инфекции являлось донорство крови среди ВИЧ-инфицированных сельских жителей в 1990-х годах. Дискриминация в отношении ВИЧ-позитивных лиц является актуальной проблемой в Китае. Согласно

постановлению 2006 года о профилактике и лечении ВИЧ/СПИД, запрещена дискриминация в отношении лиц по признаку ВИЧ-статуса. Несмотря на это, исследование, проведенное в 2016 году, показало, что большое число медицинских работников дискриминируют ВИЧ-позитивных пациентов, в том числе, отказывая в медицинской помощи [53, 90, 147, 162].

Серьезным инфекционным заболеванием, представляющим опасность для более чем 30 миллионов человек в тропических и субтропических зонах Китая, является шистосомоз, вызываемый *Schistosoma japonicum*. Согласно оценкам, на сегодняшний день в эндемичных провинциях инфицировано 865 тысяч человек и более 100 тысяч голов крупного рогатого скота. Восточная шистосома является зоонозным организмом с рядом резервуаров млекопитающих, что чрезвычайно затрудняет борьбу. Текущие программы контроля в значительной степени основаны на внебольничной химиотерапии, но для ликвидации болезни необходима вакцинация крупного рогатого скота и людей в сочетании с другими стратегиями контроля [146].

Также в КНР был зарегистрирован первый случай высококонтагиозного заболевания тяжелого острого респираторного синдрома (ТОРС), вызванного коронавирусом SARS-CoV в ноябре 2002 года, известного также как атипичная пневмония. А также пандемия короновиральной инфекции (COVID-19), вызванная вирусом SARS-CoV-2, начавшаяся в декабре 2019 года [48].

Акцент на общественное здравоохранение и профилактическое лечение характеризовал политику Китая с начала 1950-х годов. Одной из важных проблем являлась недоступность медицинской помощи для значительной части населения, преимущественно в сельской местности. В результате профилактических мероприятий были ликвидированы такие эпидемические заболевания, как холера, бубонная чума, брюшной тиф, скарлатина, сифилис. Заболеваемость другими инфекционными и паразитарными заболеваниями была снижена и взята под контроль. Динамика параметров здоровья населения демонстрирует увеличение продолжительности жизни с 1950 года по 2011 год от 41,6 до 75 лет. Выявлено уменьшение детской смертности, характеризующееся коэффициентом

младенческой смертности и коэффициентом смертности детей в возрасте до пяти лет.

Общий коэффициент рождаемости снизился в период 1950–2021 гг. с 5,3 до 1,3, что связано с политикой одного ребенка, введенной в 1979 году. Целью данной политики являлось ограничение роста населения Китая. Однако вместе со снижением уровня рождаемости и численности населения, это отразилось на показателях здоровья населения, таких как: принудительные аборты, детоубийства, увеличение количества брошенных детей, особенно девочек. Другой проблемой, связанной с реализацией политики одного ребенка является старение населения, представляющее собой глобальный демографический сдвиг и оказывающее негативное воздействие на общественное здравоохранение в связи с дорогостоящим лечением таких пациентов. В 2010 году 119 млн человек находилось в возрасте старше 65 лет, что составляло около 8,9 % от общей численности. Согласно прогнозу, к 2050 году этот показатель достигнет 23 % [58, 60, 176, 178].

В марте 2014 года Китай обнародовал План урбанизации нового стиля (2014–2020 гг.), чтобы направить урбанизацию страны на более ориентированный на человека и экологически безопасный путь. Формирование экологической культуры зафиксировано в Конституции КНР. Экологичное развитие было названо одним из пяти ключевых факторов развития в 13-м пятилетнем плане (2016-2020). На XVIII съезде Коммунистической партии Китая отмечено, что что важнейшим достижением является преодоление тотальной бедности, включающее переселение сельских жителей в более благоприятные климатические условия. Проведена реформа структуры Госсовета, учреждены Министерство природных ресурсов, Министерство экологической среды, Министерство сельского хозяйства и сельских дел, что повысило возможности защиты окружающей среды, способствовало формированию платного природопользования. В ведение Министерства сельского хозяйства и сельских дел включены антимонопольное регулирование и контроль за качеством и безопасностью продукции. В годы 13-й пятилетки (2016–2020 гг.) вступил в силу

«Закон о налоге для защиты окружающей среды». Основопологающим критерием стала оценка степени риска нанесения ущерба, определение экономически обоснованного минимального воздействия на окружающую среду. Произошел переход к экономике, основанной на новейших цифровых технологиях и инновациях. профилактика и устранение загрязнений, комплексная реорганизация и техническая реконструкция ресурсоемких отраслей, совершенствование экологической экспертизы. Защита окружающей среды КНР обеспечена одной из самых строгих в мире правовых систем. В настоящее время опубликован власти список наиболее экологически загрязнённых районов Китая. В 2013 г. китайское агентство экономического планирования опубликовало карту по борьбе с изменением климата. С 2014 года 15000 заводов Китая обязаны публиковать данные о выбросах в атмосферу и водные объекты в режиме реального времени. В январе 2015 года был принят закон, устанавливающий более строгие стандарты для промышленных компаний и предусматривающий более жесткие наказания за экологические нарушения [1, 6–10, 12, 14–17, 42, 52, 63, 91, 95, 106, 109, 110, 116, 148, 149, 151, 166–168, 180].

В связи с тем, что одной из важных проблем здравоохранения КНР до настоящего времени является ограниченный доступ трудовых мигрантов к медицинскому обслуживанию, политика Китая в области общественного здоровья заключается в развитии системы здравоохранения, уменьшении неравенства в отношении доступа к медицинским услугам для населения, укреплении систем эпидемиологического надзора, направленных на быстрое выявление и устранение угрозы инфекционных заболеваний [45, 83, 108, 136, 150, 166, 167, 175].

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Общая характеристика городского округа Харбин, КНР

Харбин – административный центр и крупнейший город, а также место пребывания властей, расположенной на северо-востоке Китая провинции Хэйлунцзян (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Административно-территориальное деление Китая

Хэйлунцзян в прошлом – часть территории исторической области Маньчжурия. В настоящее время входит в географический район Китая Дунбэй (Северо-Восток). Другие крупные города кроме Харбина – Цицикар, Суйхуа,

Дацин и Муданьцзян. Согласно переписи 2020 года в Хэйлуцзяне проживало 31,85 млн человек.

Провинция расположена в бассейне реки Амур, граничит с Россией по рекам Амур (Забайкальский край, Амурская область, ЕАО) и Уссури (Приморский и Хабаровский края). С юга с провинцией Хэйлуцзян граничит китайская провинция Цзилинь, а с запада – китайский Автономный район Внутренняя Монголия. Общая протяженность границы провинции Хэйлуцзян с Россией составляет более 3500 км.

Площадь провинции Хэйлуцзян – 454 800 км², что составляет 4,5 % территории Китая.

Климат континентальный муссонный. Среднегодовая температура +4 °С. Температура воздуха понижается с юга на север примерно на 8 °С. Летом жарко и выпадает много осадков. Обилие солнечных дней создаёт благоприятные условия для ведения сельского хозяйства и животноводства. В регионе большая степень годового солнечного излучения: 100–120 килокалорий на 1 см². Для весны характерны сильные ветры, на юго-западе наибольшее число ветреных дней, что создаёт условия для ветроэнергетики.

Провинция отличается низкими показателями рождаемости (в 2010 году 7,35 человек на 1 тысячу жителей, что почти в 1,5 раза ниже общекитайского показателя) и естественного прироста (2,32 человека на 1 тыс. жителей в 2010 году, что более, чем в 4,79 раз ниже общекитайского показателя), поэтому численность населения Хэйлуцзян с 2005 года почти не росла. В 2016 году власти Китая разрешили жителям некоторых уездов и районов в провинции Хэйлуцзян иметь трёх детей. Между переписями 2010 и 2020 годов численность населения провинции сократилась почти на 6,5 млн человек.

Провинция делится на 13 единиц окружного уровня (рисунок 2.2).

Харбин расположен на юге провинции Хэйлуцзян, между 125°42' – 130°10' восточной долготы и 44°04' – 46°40' северной широты. Площадь всего городского округа равняется 53100 км².

Городской округ занимает территорию от восточной окраины равнины Сунляо до отрогов Маньчжуро-Корейских гор и Малого Хингана. Высота гор небольшая и средняя (до 1696 м). Сам город стоит на речных террасах.

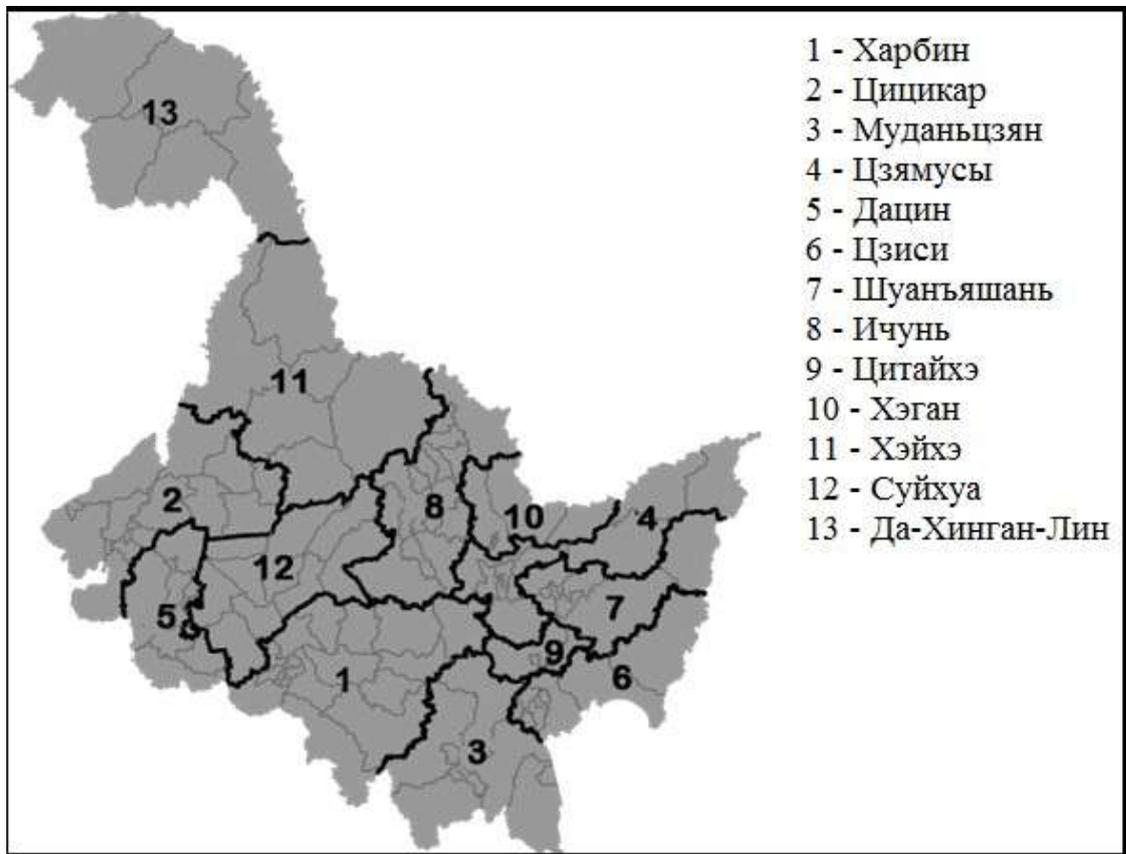


Рисунок 2.2 – Административно-территориальное деление провинции Хэйлунцзян

Найдены 63 вида полезных ископаемых, включая вольфрам, медь, уголь и мрамор. Наибольшие запасы имеют: плавленый шпат, пирит и мышьяк.

Непосредственно через центр Харбина протекает судоходная река Сунгари, являющаяся притоком Амура. По востоку округа несёт свои воды река Мудань.

Климат умеренный муссонный (атмосферная циркуляция), его континентальность высокая (годовая амплитуда температуры / широта). Харбин находится на широте Краснодара, но зима в городе по суровости больше соответствует югу Сибири, так как воздух в это время поступает именно из Сибири. В сельских уездах Харбина отмечались морозы ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Довольно интересной особенностью является то, что второй самый холодный месяц – декабрь, а не февраль. Причиной является южное расположение Харбина:

наиболее слабым солнечное излучение бывает в декабре, когда происходит зимнее солнцестояние. Сухой континентальный воздух за счёт сильного дневного прогрева делает февраль более тёплым месяцем, чем декабрь (несмотря на почти одинаковые средние минимумы). Харбинская зима маловетренная и малоснежная.

Весна и осень короткие (25 марта – 15 мая, 17 сентября – 2 ноября), снег начинает выпадать в октябре, а заканчивает в апреле. Преобладают холодные воздушные массы из Сибири и более прогретые из Монголии и Китая. Морской воздух пробивается редко, поэтому часты засухи.

Лето жаркое и влажное. Длительность и выраженность сезона дождей в разные годы разная. Муссоны дуют с Тихого океана, точнее, из гавайского и охотского антициклонов в азиатскую депрессию. Они приносят тропический и умеренный морской воздух. Континентальный воздух из Азии гостит реже. Ночных заморозков нет в среднем 5 месяцев. Урожайный период в округе более короткий, чем в субтропических районах страны.

На равнинах округа распространены плодородные чёрные почвы, которые делятся на настоящие чернозёмы и лугово-чернозёмновидные почвы, последние простираются до юга Амурской области. Вдоль рек вытянуты гидроморфные луговые почвы. Под горными широколиственными и смешанными лесами лежат бурозёмы. Они тоже плодородны, но не так богаты гумусом, как чернозёмы. За 50 лет толщина чернозёмного слоя на полях северо-восточного Китая уменьшилась на 50 %. В 2005 году произошло загрязнение реки Сунгари нитробензолом, который попал в Амур.

Начиная с 2011 года действует «Программа по охране экологической среды и осуществлению перехода к новому экономическому механизму в лесных районах Большой и Малый Хинган», способствующая разведению лесов и рассчитанная на 10 лет. Лесной покров этих районов должен увеличиться до 70 %.

Запад харбинского округа относится к лесостепям и лугам, правда не все китайские авторы выделяют переходные лесостепи. Когда-то здесь цвели: пионы, ирисы и лилии. Росли: дуб, чёрная берёза, лещина и леспедеца. В водоёмах до сих пор встречаются лотосы. Теперь эта часть округа распахана и включена в

основной район Китая по выращиванию кукурузы, сои и сахарной свеклы. Харбин называют китайской «столицей высококачественного риса», которого собрали 5,2 млн тонн в 2016 г. Ещё растят пшеницу и картофель.

Горы на востоке округа покрыты широколиственными, смешанными и хвойными лесами, а также лесопосадками из лиственницы Гмелина, сосен обыкновенной и густоцветковой. В естественных лесах преобладает дуб монгольский при участии: елей, пихты, лип, берёз и разных клёнов. В распадках встречаются: ясень маньчжурский, вяз японский, бархат амурский и тополя, на склонах — аралия высокая. Родными для Харбина плодовыми растениями являются: кедр корейский, орех маньчжурский, груша уссурийская, абрикос маньчжурский, вишня японская (*Prunus japonica*), актинидия, виноград амурский, лимонник китайский и ежевик.

В городском озеленении половина древесной флоры приходится на тополя и ивы. Дополнительно используются: ель корейская, сосны, можжевельник, вяз приземистый, миндаль трёхлопастный, сирень широколистная, *Rosa xanthina* и некоторые из вышеперечисленных лесных растений. Харбин славится своим топиарным искусством. В пригороде находится живописный цветочный парк «Provence Lavender Manor».

Население всего харбинского городского округа составляет 10 635 971 человек. В самом городе живут 5 878 939 человек (2018 г.). Динамика численности населения городского округа представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Численность населения в городском округе Харбин по годам

Год	Численность населения
1898	100 000
1913	229 179
1920	430 261
1931	597 262
1944	719 993
1951	1 000 016
1960	1 719 917
1975	5 192 746
2001	10 000 000
2018	10 635 971

Город субпровинциального значения Харбин делится на 9 районов, 2 городских уезда (пригороды) и 7 уездов (сельская местность) (рисунок 2.3).

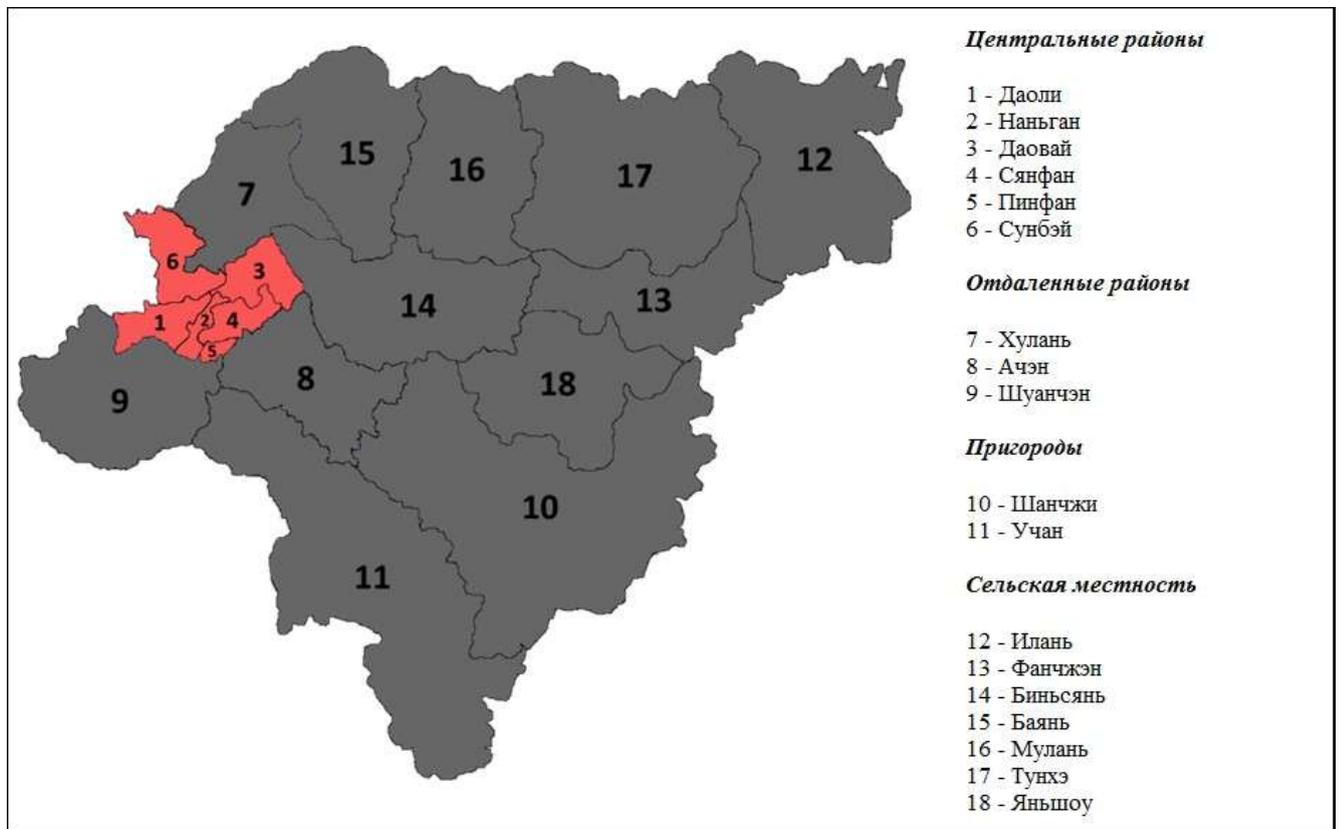


Рисунок 2.3 – Административно-территориальное деление городского округа Харбин

Стоит отметить, что рост численности городского населения сопровождается высокими темпами городской застройки (рисунок 2.4). Площадь застройки территории городского центра за период 1984–2020 гг. увеличилась с 476 км² до 2454,5 км².

Харбин является крупным экономическим центром. В 2016 году Харбин занял 23 место среди городов Китая по объёму ВВП, который достиг 610 млрд юаней, увеличившись на 7,3 % относительно предыдущего года. Харбин зависит от тяжёлого машиностроения и перерабатывающей промышленности, то есть от старых отраслей, поэтому его включают в так называемый «ржавый пояс» Китая. В последнее время новыми локомотивами роста стали: торговля, туризм, композитные материалы и фармацевтика.

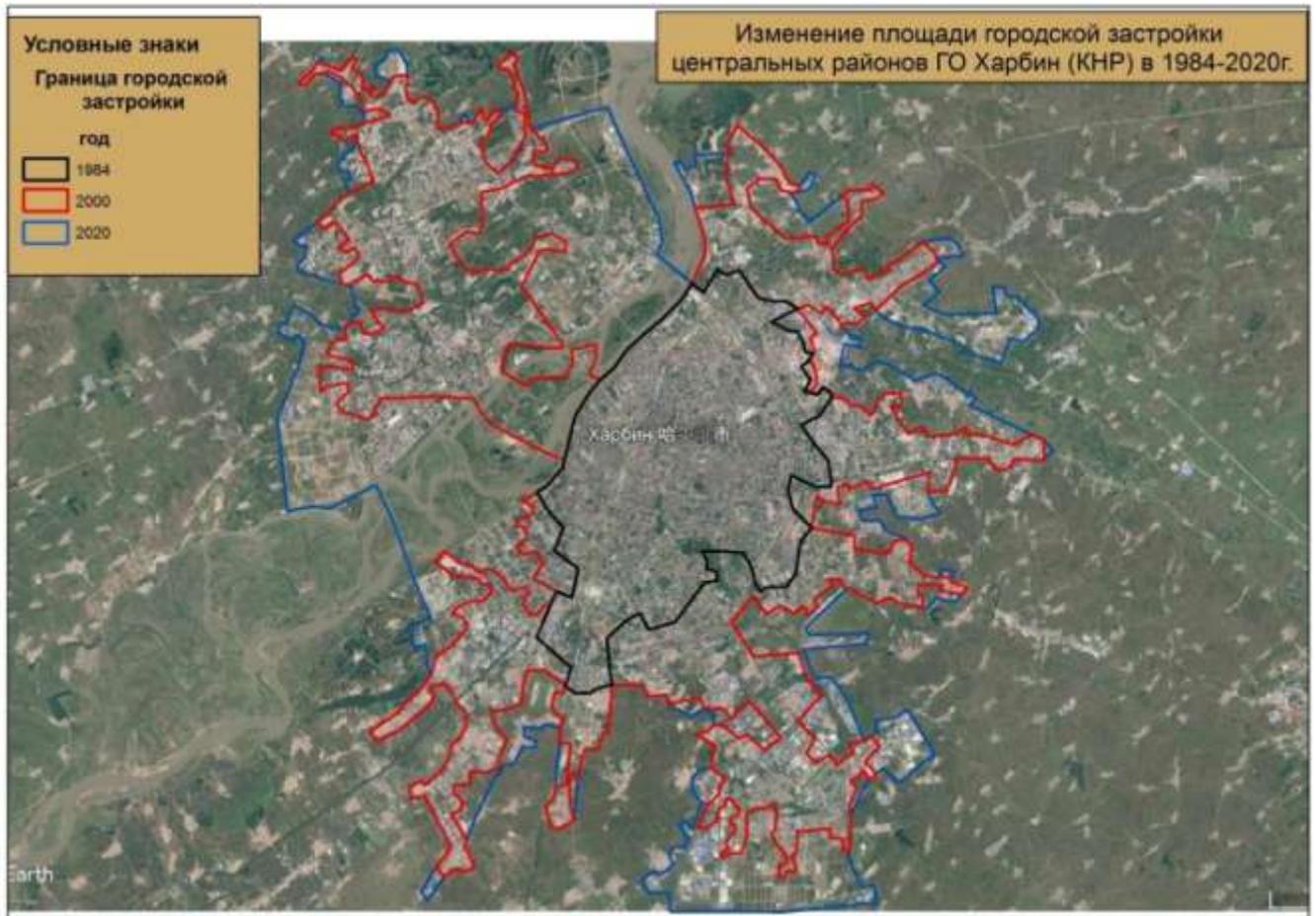


Рисунок 2.4 – Карта центральных районов городского округа Харбин

В Харбине развиты машиностроение, в том числе сельскохозяйственное и энергетическое, производство оборудования для нефтяной и химической промышленности, речное судостроение, приборостроение, станкостроение, вагоностроение, производство шарикоподшипников, химическая, текстильная, кожевенная, швейная, пищевая (сахарная, маслособойная, мукомольная, консервная), деревообрабатывающая, бумажная промышленности, производство стройматериалов. В Харбине действует пивоварня Harbin Brewery, производящая одноимённую марку пива. По объёмам выпускаемой продукции она занимает четвёртое место в Китае.

Базирующаяся в городе компания Harbin Aircraft Industry Group является главным в Китае производителем вертолётов и легкомоторных самолётов. Линейка военных вертолётов состоит из Z-8, WZ-10, Z-19, Z-20. Также завод выпускает гражданские вертолеты EC120, H175 и самолёты Y-12.

В Харбине расположен бронетанковый завод, выпускающий гусеничные и колёсные БТР и БМП, а также ЗСУ. Харбин – один из лидеров страны по производству энергетического оборудования, включая турбины для электростанций и ветрогенераторы.

Автомобилестроение представлено заводами FAW (легкие грузовики), Ford и Hafei.

Производством композитных материалов заняты сразу несколько компаний: «НIT composite equipment», «Harbin Topfrp Composite», «Harbin Hafei Airbus Composite Manufacturing Center» (для самолётов Airbus).

Харбин – важный транспортный узел северо-восточного Китая. Город связан с остальным Китаем сетью автомобильных и железных дорог. Есть воздушный и речной порты. Через реку Сунгари действует канатная дорога на остров Солнца.

Через Харбин проходит Китайско-Восточная железная дорога. Другие значимые железнодорожные пути ведут в Хэйхэ и Цзямусы. В последние годы наблюдается бум строительства высокоскоростных линий.

С 26 сентября 2013 года в Харбине работает метрополитен. По состоянию на 2021 год сеть состоит из трех линий. 1-я линия длиной 26 км соединяет улицу Синьцзян дацзе и Восточный вокзал Харбина. 2-я линия длиной 28,7 км проходит с севера на восток от университетского городка Цзянбэй до Метеорологической обсерватории через Северный и Центральный вокзалы. 3-я линия кольцевая, сейчас действует только её часть длиной 24,6 км. Линия проходит от Спортивного парка до станции Тайпинцяо через Западный вокзал Харбина.

Общественный транспорт состоит из автобусов и такси. Тестируется новое изобретение – автономный безрельсовый «трамвай» (ART).

С 1958 до 2008 года в Харбине действовал троллейбусный транспорт, который на пике развития насчитывал 9 маршрутов общей протяжённостью 90,35 км.

Харбин соединён с другими городами несколькими скоростными и обычными автомобильными дорогами. Список скоростных дорог: G1, G10, G1011, G1111, G1211 (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Интенсивное строительство жилья и автодорог в Харбине
(фото Т.А. Трифионовой)

Туризм — бурно развивающаяся отрасль местной экономики. Например, за несколько лет появились: Харбинский оперный театр, Усадьба «Волга», крытый горнолыжный комплекс с парком развлечений «Harbin Wanda City» и новый аквапарк «Королевство Посейдона». На территории городского округа расположен горнолыжный курорт «Ябули». Транзитные туристы из 49 стран могут останавливаться в Харбине на 72 часа без получения визы.

2.2. Материалы и методы исследования

Настоящее исследование является частью крупномасштабного проекта, посвященному 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.

В подразделе 3.4 «Загрязнение атмосферного воздуха как фактор риска здоровью населения» была использована следующая методология.

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 каждый год с 2015 по 2019 год. 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:

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

где $d = n - 1$.

Мы подсчитали 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; а 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.

Мы также подсчитали количество (процент) городов с положительными и отрицательными годовыми относительными изменениями и количество (процент) городов в различных интервалах годовых относительных изменений.

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.

В подразделе 3.5. «Формирование комфортной городской среды и заболеваемость населения» была использована следующая методология.

Отобранные для исследования респонденты были осмотрены врачами в больнице пункта мониторинга. Специально обученный персонал представил респондентам, участвующим в исследовании, форму информированного согласия на участие на добровольной основе.

Методы мониторинга в основном включали анкетирование, медицинские осмотры, лабораторные исследования, диетические обследования и т.д.

Данные о состоянии здоровья, использованные в данной работе, были получены путем серии обследований, проведенных в период с 2010 по 2019 годы. База данных мониторинга содержит информацию о 5 342 участниках в возрасте от 20 до 98 лет. Содержание исследования включает в себя: социально-демографическую информацию, информацию об образе жизни, информацию о состоянии здоровья, результаты скрининга по классификации риска инсульта и данные о месте жительства. После исключения участников с недостающими данными, окончательное количество участников составило 4155.

Сбор данных для этого исследования проводился в два этапа.

Первый этап – анкетирование, включал сбор демографической информации, физической активности, роста и веса, уровень кровяного давление, уровень сахара и липидов в крови участников. Второй этап – определение уровня городского озеленения и вегетационного индекса.

Анкетирование включало в себя сбор следующих данных: возраст, пол, образовательный бэкграунд, курение и уровень физической активности, наличие сердечно-сосудистых заболеваний в семье – докладывались испытуемыми самостоятельно.

Образование участников подразделялось на пять групп:

- 1 – Начальная школа и ниже;
- 2 – Младшая средняя школа;
- 3 – Старшая средняя школа;
- 4 – Бакалавриат;
- 5 – Магистратура и выше.

Наличие в семье сердечно-сосудистых заболеваний:

- 1 – Наличие сердечно-сосудистых заболеваний в семье;
- 2 – Отсутствие сердечно-сосудистых заболеваний в семье.

Курение:

- 1 – Курящие сейчас или бросающие курить менее 12 месяцев;
- 2 – Никогда не курящие или успешно бросающие курить в течение 12 месяцев.

Уровень физической активности:

- 1 – малая физическая активность или ее полное отсутствие;
- 2 – регулярная физическая активность.

Факторы, вызывающие сердечно-сосудистые заболевания, включают:

- недостаточную физическую нагрузку;
- избыточный вес/ожирение;
- высокое кровяное давление;
- диабет;
- дислипидемию.

Индекс, измеряющий избыточный вес, обозначается как индекс ИМТ, который рассчитывается путем деления массы тела (килограммы) на квадрат роста (метры).

Порог избыточного веса/ожирения, установленный Всемирной организацией здравоохранения, для взрослых составляет 25 кг/м^2 .

Кровяное давление измеряется с помощью электронного сфигмоманометра, прошедшего контроль качества и равномерно скорректирован перед скринингом на месте. Единицей измерения являются миллиметры ртутного столба (мм рт.ст.) ($1 \text{ мм рт.ст.} = 1,33 \text{ кПа}$). Местом для измерения артериального давления является предплечье левой руки. Первое измерение артериального давления требовало, чтобы участники находились в состоянии покоя не менее 5 минут. Интервал между двумя измерениями артериального давления составлял не менее 1 минуты. Согласно «Китайским стандартам по профилактике и лечению гипертонии (2010)», систолическое артериальное давление $120\text{--}139 \text{ мм рт.ст.}$ и диастолическое артериальное давление $80\text{--}89 \text{ мм рт.ст.}$ являются нормальным артериальным давлением, а систолическое артериальное давление $\geq 140 \text{ мм рт.ст.}$ и/или диастолическое артериальное давление $\geq 90 \text{ мм рт.ст.}$ являются признаками гипертонии.

В тесте на уровень глюкозы в крови венозная кровь собирается во время медицинского осмотра после 12 часов голодания. В соответствии с «Рекомендациями по профилактике и лечению сахарного диабета 2 типа» диагностическими критериями уровня глюкозы в крови является уровень глюкозы в крови $<6,1 \text{ ммоль/л}$ – нормальная глюкоза в крови, $6,1 \sim 7,0 \text{ ммоль/л}$ – нарушение уровня глюкозы в крови, а $7,0 \text{ ммоль/л}$ – диабет.

Для определения уровня липидов в крови также используется венозная кровь после 12 часов голодания. В соответствии с диагностическими критериями дислипидемии, установленными «Китайскими стандартами по профилактике и лечению дислипидемией крови у взрослых», общий холестерин (ТС) $\geq 6,22 \text{ ммоль/л}$, триглицериды (ТГ) $\geq 2,26 \text{ ммоль/л}$, липиды низкой плотности холестерин липопротеидов (ХС ЛПНП) $\geq 4,14 \text{ ммоль/л}$, а холестерин

липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) $\geq 1,04$ ммоль/л в качестве пороговых значений.

Недостаточная физическая нагрузка, избыточный вес/ожирение, гипертония, диабет и дислипидемия являются независимыми факторами определения риска сердечно-сосудистых заболеваний; риск инсульта и показатели сердечно-сосудистого здоровья служат всесторонним показателем состояния здоровья сердечно-сосудистой системы

Оценка зеленых насаждений включают в себя два показателя: *коэффициент зеленых насаждений* и *вегетационных индекс*.

Данный метод расчета основан на «*Стандарте планирования и проектирования городских жилых районов в Китае (GB50180-2018)* (с использованием информационной модели).

Коэффициент зеленых насаждений – это отношение площади зеленых насаждений, деленное на общую площадь земельного участка на котором они располагаются. Рассчитывался по формуле:

$$K = \frac{X}{Y},$$

где X – площадь зеленых насаждений; Y – общая площадь земельного участка.

Вегетационный индекс определяется на основе исходных данных, полученных в результате полевых исследований. На основе данных о состоянии землепользования города Харбин за 2010 год и данных карт Google города Харбин за 2015 год в качестве справочной информации получена общая площадь прилегающей территории.

Вегетационный индекс ландшафта – это общее значение, рассчитанное на основе среднего значения пешеходных пространств, открытой местности и растений в определенном участке. Был рассчитан по формуле:

$$V = \frac{(X1 \div Y1) + (X2 \div Y2) + \dots + (Xn \div Yn)}{n}$$

где X – значения пикселей зеленого растения; Y – общее значение пикселя импортированного изображения; n - число всех точек наблюдения.

Пешеходные пространства представляют собой территорию, подходящую для передвижения и отдыха пешеходов и велосипедов и не моторных транспортных средств. В соответствии с принципами репрезентативности, универсальности и удобства выбираются точки наблюдения и отбора необходимых образцов в зонах пешеходных пространств, открытых местностей и в зонах наличия растительности в каждом районе. Данными в пешеходных пространствах служат снимки при непосредственном нахождении на пешеходном пространстве. В качестве данных о растительности служат снимки в местах, где жители могут легко видеть зеленый ландшафт на определенном расстоянии от самой растительности. Снимки окружающего пространства также делались на площади, где сосредоточено большое количество жителей. В соответствии с пространственной структурой зеленых насаждений было сделано несколько обзорных изображений одинакового размера в каждой точке, а затем выбрано от 2 до 4 снимков согласно критерию нахождения, в поле зрения людей. В конце доля зеленых насаждений на изображении послужила в качестве вегетативного индекса для дальнейшего расчёта общего вегетативного индекса.

Отметим, что почти все строительные объекты в китайских жилых районах используют эту методику определения площадей озеленения.

Демонстрационная иллюстрация метода представлена на рисунках 2.6 – 2.9.



Рисунок 2.6 – Пешеходное пространство



Рисунок 2.7 – Открытая местность



Рисунок 2.8 – Растительность на определенном участке

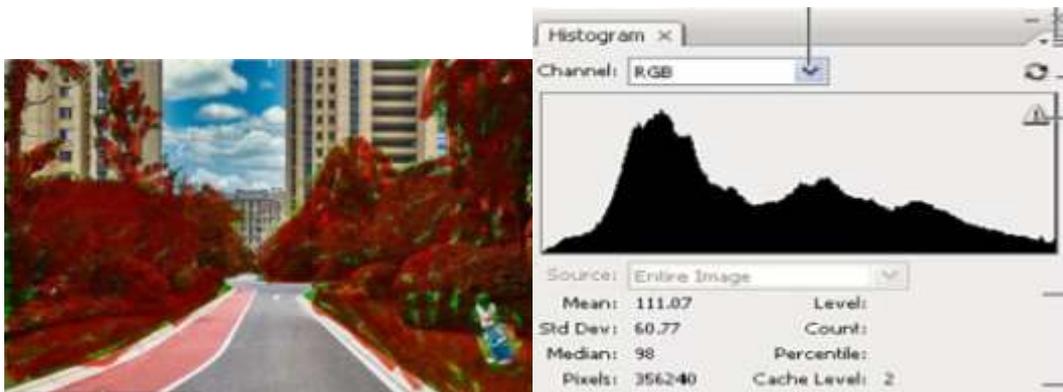


Рисунок 2.9 – Импорт компьютерного изображения в программу PS и выбор по гистограмме значений пикселей зеленых растений.

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 факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний = 0, содержащих факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний = 1, не содержащих факторов риска инсульта = 0 и содержащих факторы риска инсульта = 1, 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 и дислипидемию. Чтобы определить независимое влияние 3 характеристик на 5 факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и 1 фактор риска инсульта, были построены два набора моделей (каждый набор включает в себя 6 моделей). Во всех моделях возраст, пол и образовательный бэкграунд подверглись корректировкам. В модель анализа сердечно-сосудистого риска были добавлены такие факторы, как курение и наличие в семье сердечно-сосудистых заболеваний.

Результаты анализа выражаются коэффициентом с 95% доверительным интервалом, который оценивает вероятность приобретения гиподинамии, избыточного веса/ожирения, высокого кровяного давления, диабета, дислипидемии 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%.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Особенности урбанизационных процессов городского округа Харбин

3.1.1. Показатели промышленности и загрязнение атмосферного воздуха

На 2017 год в Харбине было зарегистрировано 1275 промышленных предприятий, большая часть которых приходится на малые и микропредприятия (рисунок 3.1).

Основные результаты, изложенные в данной главе, опубликованы в следующих статьях автора:

The spatiotemporal characteristics of the air pollutants in China from 2015 to 2019 / Peng Guo, Aminat Batalbievna Umarova, **Luan Y.** // Plos one. – 2020. – 15(8 August 2020), e0227469. – 1,19 п.л., личный вклад – 0,4 п.л.

The temporal and spatial changes of beijing's pm2.5 concentration and its relationship with meteorological factors from 2015 to 2020 research paper / Guo Peng, Umarova A.B., Vykova G.S., **Yunqi L.** // Geography, Environment, Sustainability. – 2021. – 14(3). - p. 73-81. – 0,5 п.л., личный вклад – 0,125 п.л.

Exploring the Correlation of Urban Environmental Pollution on Population Health in China: A CiteSpace Visualization Analysis / **Luan Y.**, Trifonova T.A. // Journal of System and Management Sciences. – 2023. – 13(2). - p. 451-461. – 0,625 п.л., личный вклад – 0,31 п.л.

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. – 0,31 п.л., личный вклад – 0,16 п.л.

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. – 0,31 п.л., личный вклад – 0,16 п.л.

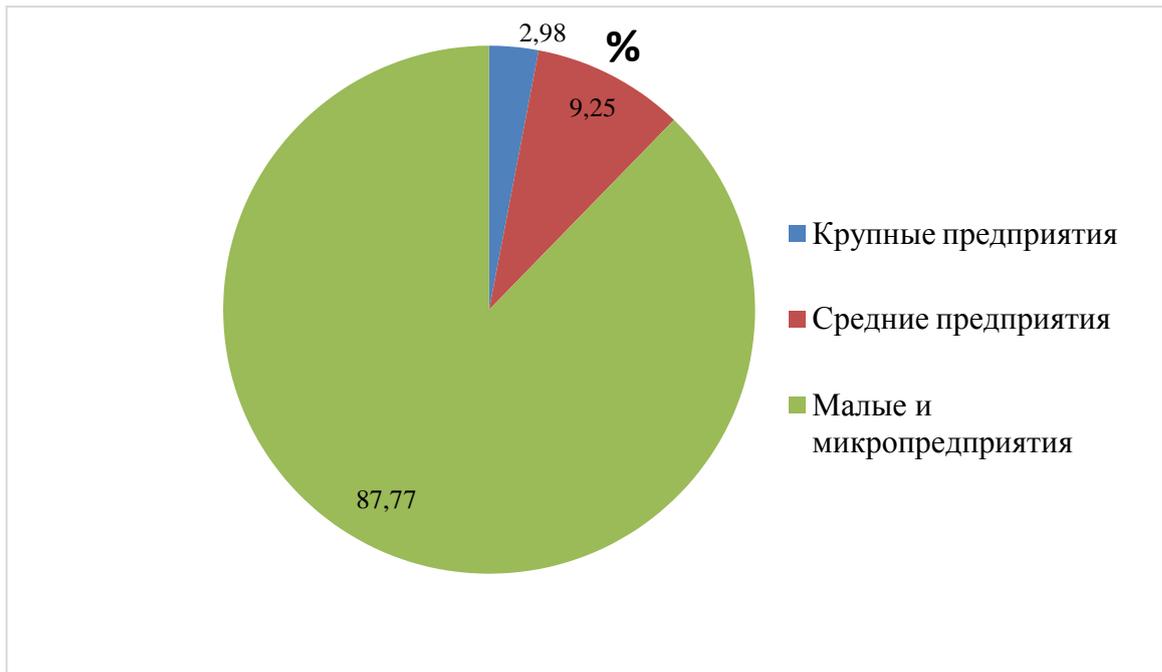


Рисунок 3.1 – Структура промышленных предприятий в Харбине на 2017 г. (%)

Установлено, что за исследуемый период с 1978 по 2012 гг. изменилось соотношение между количеством предприятий легкой и тяжелой промышленности. Если в 1978 году на долю предприятий тяжелой промышленности приходилось 59%, то в 2012 году – 43,5% (рисунок 3.2).

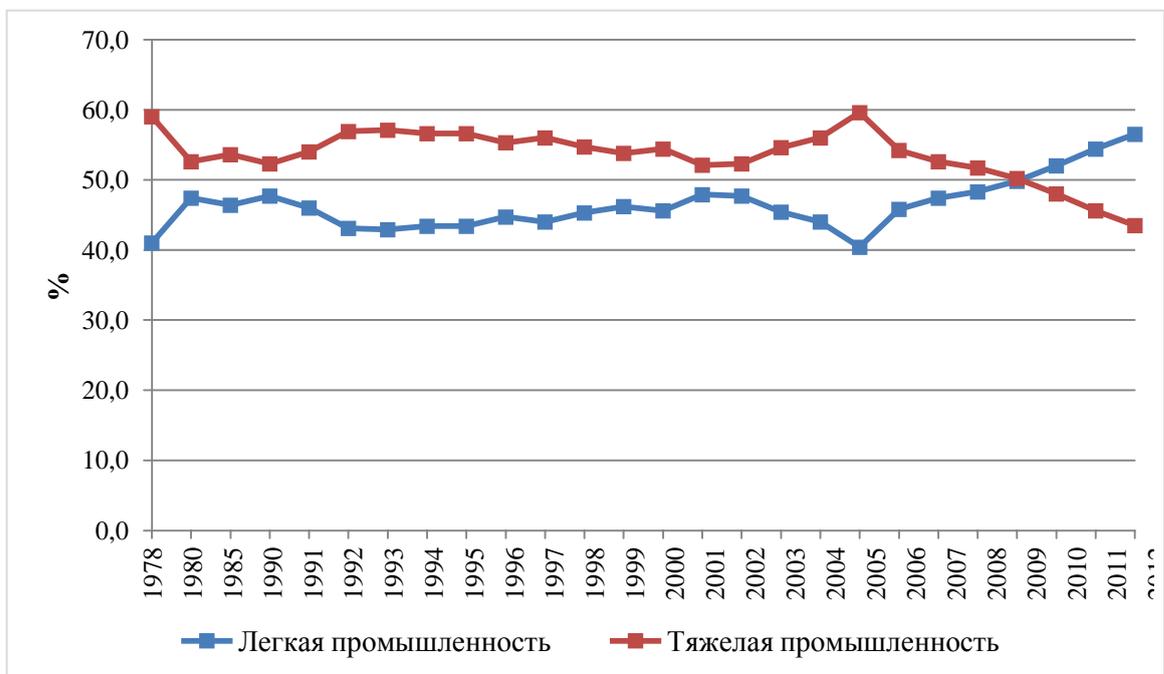


Рисунок 3.2 – Динамика соотношения предприятий легкой и тяжелой промышленности

Как по легкой, так и по тяжелой промышленности мы наблюдаем ежегодно (за исключением 1980 и 1990 гг. по тяжелой промышленности) прирост значения ИПП (индекс промышленного производства) (рисунок 3.3). Данный показатель определяется в виде отношения текущего объема производства в денежном выражении к объему промышленного производства в предыдущем году.

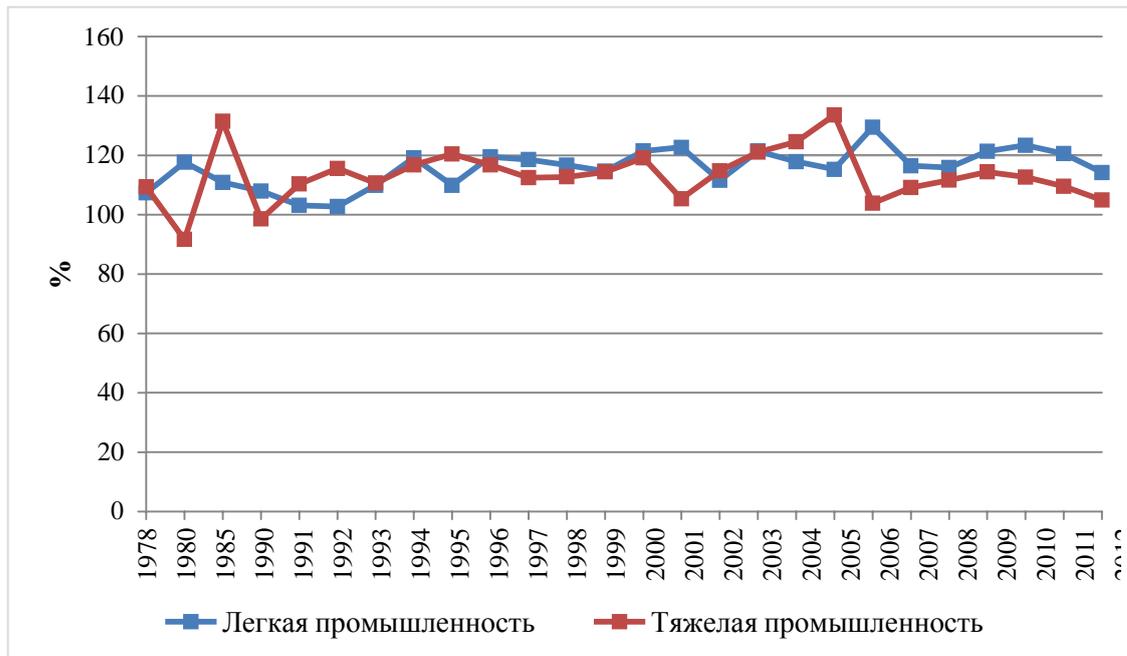


Рисунок 3.3 – Динамика соотношения ИПП легкой и тяжелой промышленности

Отмечается положительная динамика ВВП (с 1,88 млрд юаней в 1978 г. до 120,6 млрд юаней в 2017 г.) (рисунок 3.4).

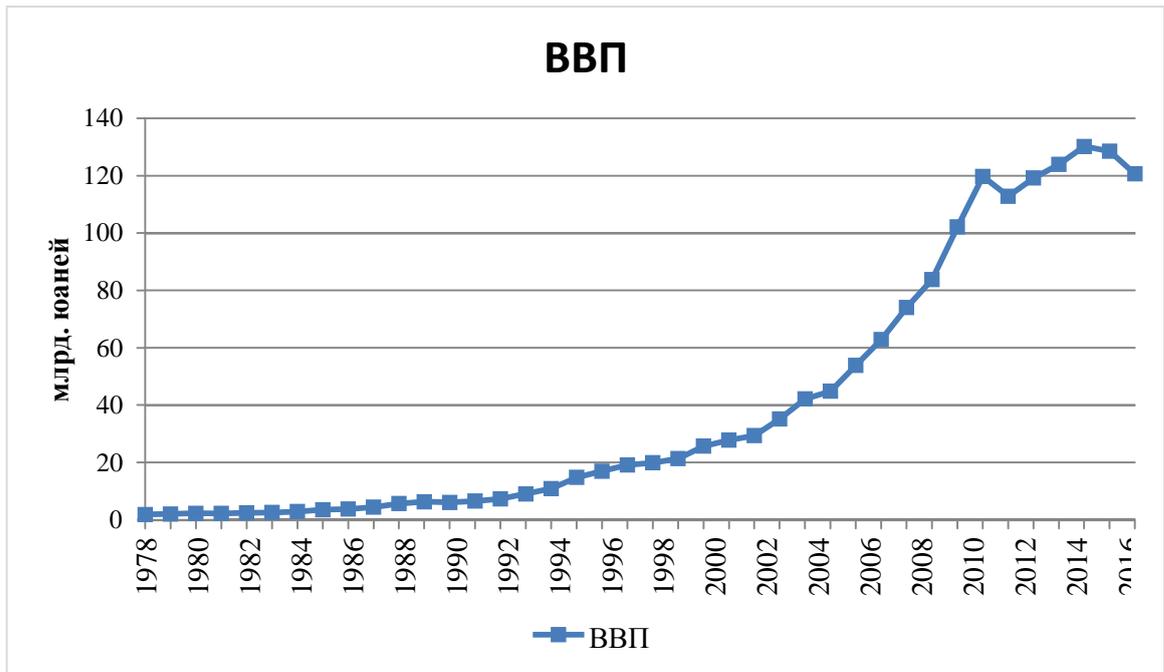


Рисунок 3.4 – Динамика значений ВВП

В пятерку крупнейших промышленных предприятий городского округа с основным доходом более 100 миллионов юаней входят следующие предприятия:

1. Китайская национальная нефтегазовая корпорация
2. Харбинская фармацевтическая группа
3. Харбинский котельный завод
4. Хэйлунтзянская табачная промышленность
5. Харбинский турбинный завод

Основными энергоносителями для промышленных предприятий Харбина являются сырой уголь, природный газ, бензин, сырая нефть, керосин, дизельное топливо и электроэнергия.

За период с 2005 по 2017 гг. потребление сырого угля увеличилось на 46,9% (рисунок 3.5); сырой нефти – на 40,1% (рисунок 3.6); природного газа – на 4744,5% (рисунок 3.7); электроэнергии – на 17% (рисунок 3.8). При этом потребление бензина, керосина и дизельного топлива сократилось на 29,9%, 22,3% и 37,7% соответственно (рисунок 3.9).

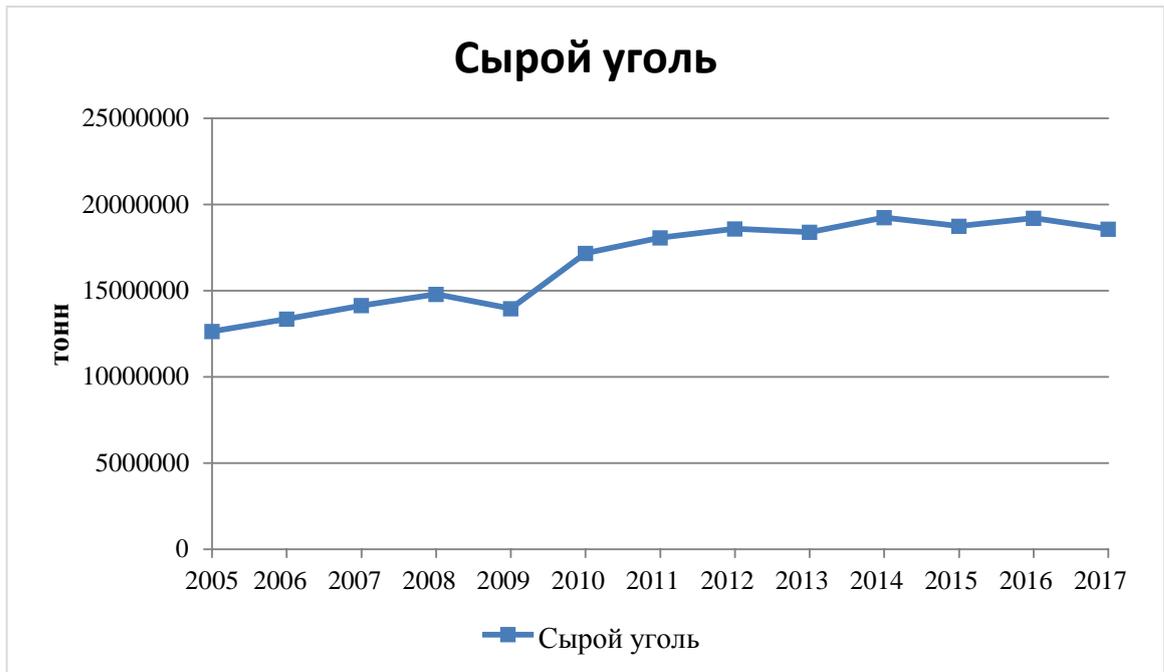


Рисунок 3.5 – Динамика объемов потребления сырого угля

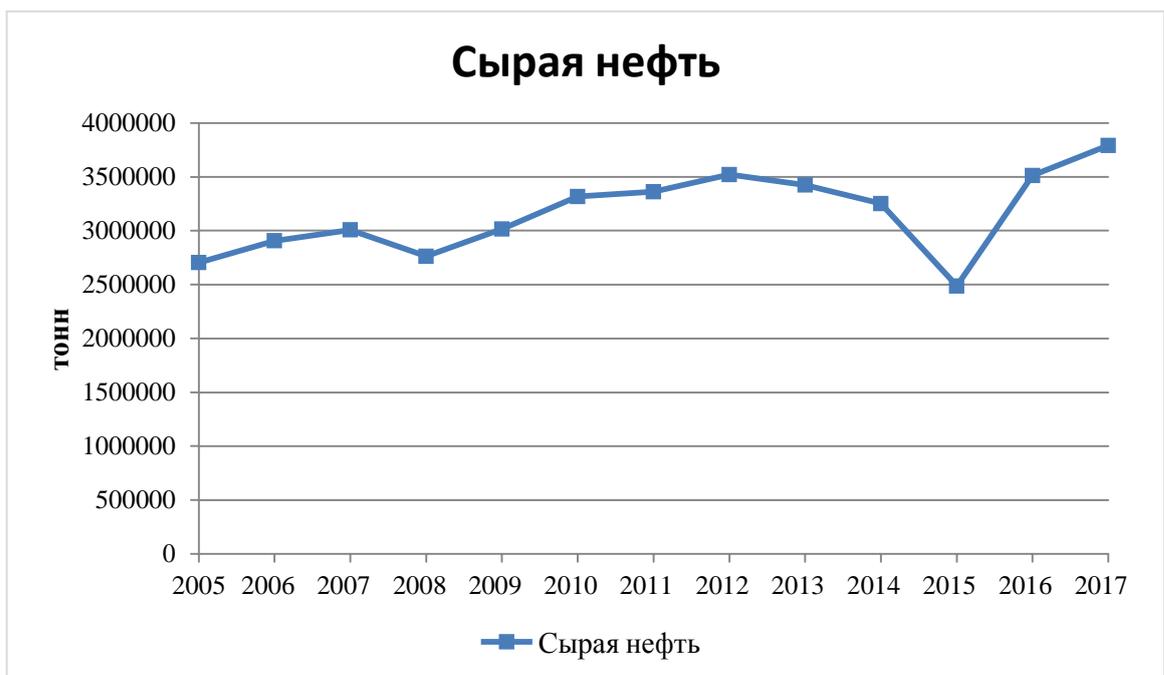


Рисунок 3.6 – Динамика объемов потребления сырой нефти



Рисунок 3.7 – Динамика объемов потребления природного газа



Рисунок 3.8 – Динамика объемов потребления электроэнергии

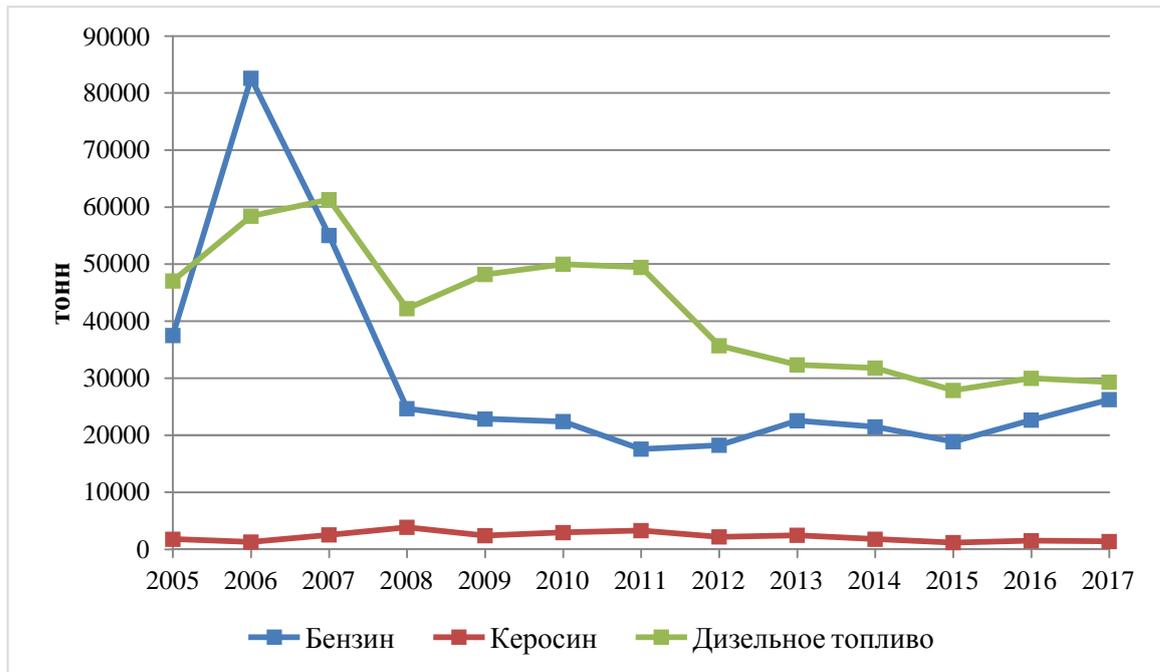


Рисунок 3.9 – Динамика объемов потребления бензина, керосина и дизельного топлива

С ростом промышленного производства, в Харбине наблюдается 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. В настоящее время наиболее важной причиной загрязнения воздуха в Харбине является малоэффективное использование источников энергии. Хотя в настоящее время страна энергично выступает за развитие новой энергетики, но, согласно изученным данным, энергетическая политика Харбина не обоснована. Потребление угля достигает 60%, в то время как уголь, используемый для производства электроэнергии, составляет менее 40% от общего объема. Кроме того, большая часть угля используется для прямого сжигания, что, несомненно, приводит к большому загрязнению атмосферы. В процессе добычи угля город Харбин сосредоточился на увеличении объемов производства, но пренебрег контролем товарного сернистого угля. Технический уровень различных типов оборудования для сжигания топлива еще не развит. Кроме того, большинство компаний имеют относительно небольшие капиталовложения в борьбу с загрязнением воздуха. Поэтому многие предприятия до сих пор используют старое оборудование. Все вышесказанное создает низкий коэффициент

эффективного использования энергии, что приводит к серьезному атмосферному загрязнению. Согласно полученным данным, в течение 2013 и 2014 годов уровень загрязнения воздуха в Харбине, столице провинции Хэйлунцзян, был едва ли не самым высоким в стране. Индекс качества воздуха в нескольких районах сразу достиг верхнего предела в 500.

Провинция Хэйлунцзян является высокоширотным регионом, соответственно зима наступает здесь раньше и отличается холодными температурами. Отопительный сезон обычно начинается в октябре и длится вплоть до апреля следующего года. В течение длительного отопительного периода сжигается большое количество угля, что приводит к большему загрязнению атмосферы и образованию серьезного смога. В течение отопительного периода 2018–2019 гг. в провинции Хэйлунцзян было 59 дней сильного загрязнения.

К 2020 году эффективный контроль муниципальных властей привел к тому, что количество дней сильного загрязнения в городе Харбин сократилось более чем на 50% по сравнению с 2015 годом. Хотя муниципальное правительство приняло ряд мер для смягчения проблемы загрязнения, его уровень остается существенным.

Согласно информации отчета об испытаниях и измерениях, загрязнение воздуха на протяжении многих лет приводило к регулярному смогу. Согласно мониторингу 2021 года, концентрации $PM_{2.5}$ (мелкодисперсные частицы) и NO_2 (диоксид азота) были довольно высокими среди загрязнителей воздуха в воздухе Харбина, причем концентрации $PM_{2.5}$ в некоторых городских районах однажды превысили 4000, что указывает на чрезвычайно высокие концентрации загрязняющих частиц в воздухе.

Согласно статистическим данным, представлен рейтинг городов с худшим качеством воздуха в целом по стране на 11 декабря 2021 года (рисунок 3.10). В 6 часов утра AQI Харбина (индекс качества воздуха) достиг 264, что считается серьезным загрязнением, и это стало худшим значением среди 74 городов, публикующих данные о $PM_{2.5}$.

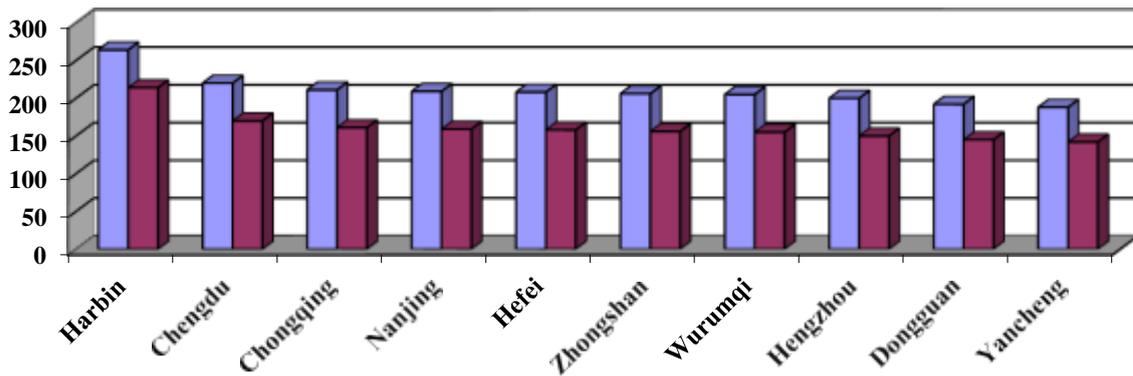


Рисунок 3.10 – Города Китая с наихудшим качеством воздуха на 6:00 утра 11 декабря 2021 года

Хотя муниципальное правительство Харбина упорно работает над борьбой с загрязнением воздуха, результаты показывают медленный прогресс. В 2022 году в Харбине регулярно наблюдается смог, в основном в январе, апреле и июне.

Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят выхлопные газы (около 30%), увеличение объемов которых за 1997–2008 гг. составило 54,7%. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят оксиды серы, азота и взвешенные частицы.

В настоящее время токсичные вещества, такие как сажа, диоксид серы, промышленные химикаты и тяжелые металлы, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей, называются экологическими эндокринными разрушителями. Эти токсичные вещества оказывают негативное влияние на здоровье человека, воздействуя на эндокринную систему. Эти вещества попадают в окружающую среду промышленных зон и многих других зон деятельности, вызывая множество психических расстройств, серьезно нарушая нормальную систему секреции человеческого организма, приводя к эндокринным расстройствам и ставя под угрозу физическое и психическое здоровье человека в целом. Загрязнители воздуха не только представляют ряд опасностей, выявленных в вышеуказанных исследованиях, но и наносят ущерб всем частям тела, таким как кожа и волосы.

С ростом ВВП частные автомобили вошли в повседневную жизнь тысяч семей. Согласно статистике, в 2018 году в Харбине на дорогах было около 1,75 миллиона автомобилей. Загрязнение воздуха, вызванное таким огромным

количеством выхлопных газов автомобилей, является беспрецедентным. Выхлопные газы непосредственно воздействуют на легкие и другие дыхательные системы людей и серьезно влияют на эндокринную систему.

Итак, основными источниками загрязнения воздуха в Харбине являются: низкий коэффициент эффективного использования энергии, сжигание угля, продолжительный отопительный сезон и стремительный рост числа транспорта. Все это приводит к большому загрязнению атмосферы.

В борьбе с атмосферным загрязнением государству необходимо призывать к разработке новых, более эффективных источников энергии и сокращать уровень выбросов. Муниципальное правительство Харбина должно активно откликнуться на призыв найти практические решения для проведения борьбы с загрязнением атмосферы. Требуется подробный план и сплоченность вокруг данной проблемы.

В связи с возникшими проблемами загрязнения воздуха необходимо сделать все возможное для внедрения технологических инноваций и оптимизации использования ресурсов: устранить чрезмерное потребление энергии, а также оптимизировать устаревшее энергопроизводящее оборудование; активно внедрять новые источники энергии с высокой производительностью и низким энергопотреблением; строго препятствовать использованию бурого угля в качестве источника энергии; сильно загрязняющим и высокопроизводительным предприятиям необходимо переехать в менее населенные районы или пригороды, а органам власти оказать им поддержку в оптимизации их производственной структуры и содействовать развитию энергосберегающих и природоохранных технологий; для новых производственных проектов необходимо установить приемлемый порог входа; активно развивать отрасли энергосбережения и защиты окружающей среды, а также добиваться сокращения выбросов.

Уголь, используемый для отопления, промышленный уголь и выхлопные газы автомобилей – все это ключевые источники загрязнения. При сжигании угля необходимо внедрять технологические инновации, использовать новые энергетические технологии для преобразования энергии угля без прямого сжигания или использовать новые научно-технические методы фильтрации

воздуха. Следует заменить использование этилированного бензина в общественном транспорте на природный газ или сжиженный нефтяной газ в качестве топлива; продвигать использование электромобилей или гибридных транспортных средств; стимулировать граждан не водить личный автомобиль, а больше ходить пешком или ездить на велосипеде или общественном транспорте.

Муниципальное правительство Харбина должно разработать эффективные методы экологического надзора и управления. Необходимо своевременно находить и регулировать работу сильно загрязняющих атмосферу предприятий, оказывать им поддержку в быстром переходе на модель использования чистой энергии;

Властям города Харбин необходимо разработать план экологически чистого отопления и внедрять его использование как в городских районах, так и в сельской местности; контролировать потребление энергии, работающей на угле.

3.1.2. Оценка транспортной системы

Урбанизация – процесс, который идет во всем мире. Урбанизация и автомобилизация – два процесса, которые идут рука об руку. Концентрация населения в городах характеризуется обрастанием городов пригородами и сливанием пригородов в одну агломерацию. Все это способствует разрастанию городских территорий и увеличению протяженности транспортных корреспонденций и числа поездок. Во многих случаях недостаточное качество и развитость услуг общественного пассажирского транспорта приводит к увеличению использования личного транспорта.

Росту автомобилизации также способствует и градостроительная политика – массовая застройка в крупнейших городах, без достаточно учета необходимых социальной, торговой и прочей инфраструктуры, еще больше стимулирует людей к приобретению личного автомобиля. В результате, города становятся непригодными для жизни. Решение транспортных проблем

– это безусловно построение устойчивых городских транспортных систем и реализация устойчивой городской транспортной политики.

С развитием науки, техники и промышленности объем перевозок в городах порядком увеличился. Характеристики городского транспорта варьируют в зависимости от размера, инфраструктуры, географического положения, политического и экономического статуса каждого города. В центре внимания городских перевозок всегда находятся пассажирские перевозки. Формирование пассажиропотока в каждом городе имеет свои правила, поскольку размер пассажиропотока напрямую связан с планировкой города.

Пассажирские перевозки

С ростом урбанизации, число пассажирских перевозок в Харбине в период с 1980 по 2017 гг. увеличилось в 4,9 раза с 2430 до 11922 на 10 тысяч человек.

Для осуществления пассажирских перевозок в г. Харбине имеются следующие виды транспорта: наземный (авто- и мототранспорт, а также железнодорожный), воздушный (гражданская авиация), водный (речной). Сведения по объемам использования перечисленных видов транспорта приведены на рисунке 3.11.



Рисунок 3.11 – Виды транспорта, осуществляющего пассажирские перевозки (%)

Наиболее активно используемым видом транспорта для пассажирских перевозок является авто- и мототранспорт. Динамика объемов его использования увеличивалась до 2012 г. включительно, когда объем использования автомобильного транспорта достиг максимума (рисунок 3.12). К настоящему времени отмечается спад его использования, что может быть связано с увеличением количества общественного городского транспорта.

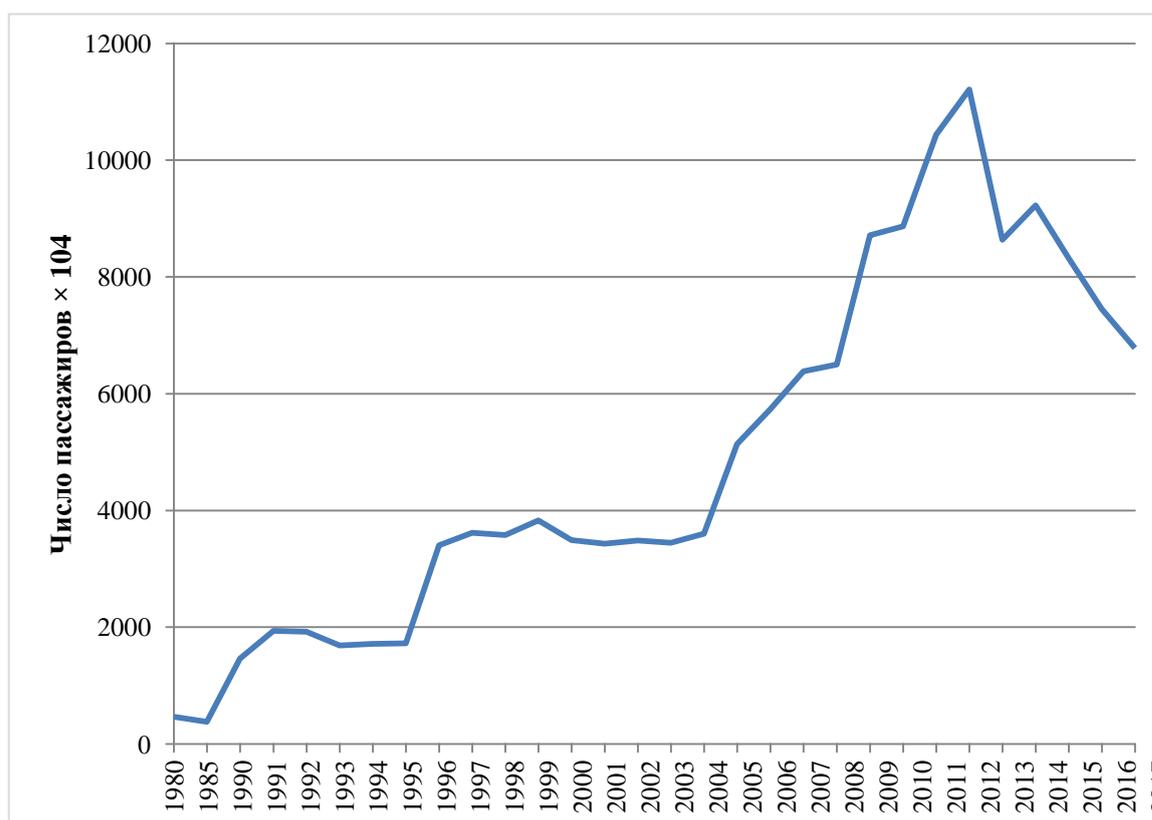


Рисунок 3.12 – Динамика объемов пассажирских перевозок автомобильным транспортом в Харбине за 1980–2017 гг.

Несколько менее востребованным видом перевозок является железнодорожный транспорт. Динамика объёмов его использования изменяется волнообразно, но в целом характеризуется плавным ростом (рисунок 3.13).

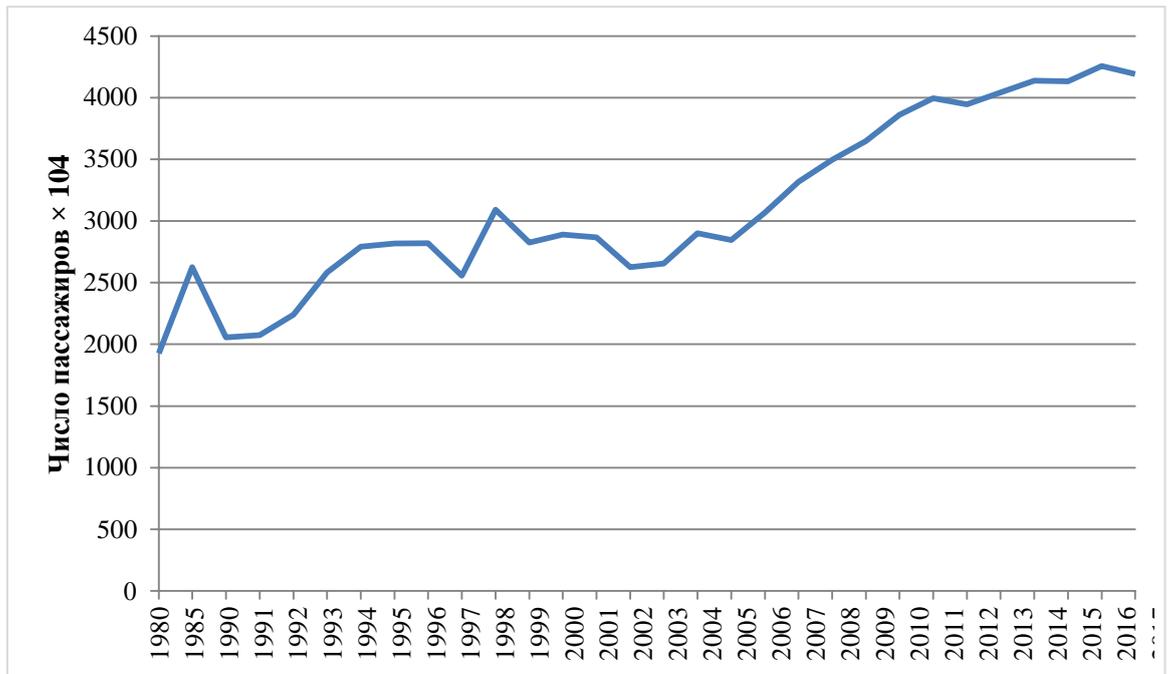


Рисунок 3.13 – Динамика объемов пассажирских перевозок железнодорожным транспортом в Харбине за 1980–2017 гг.

Динамика оборота гражданской авиации постепенно увеличивается (рисунок 3.14).

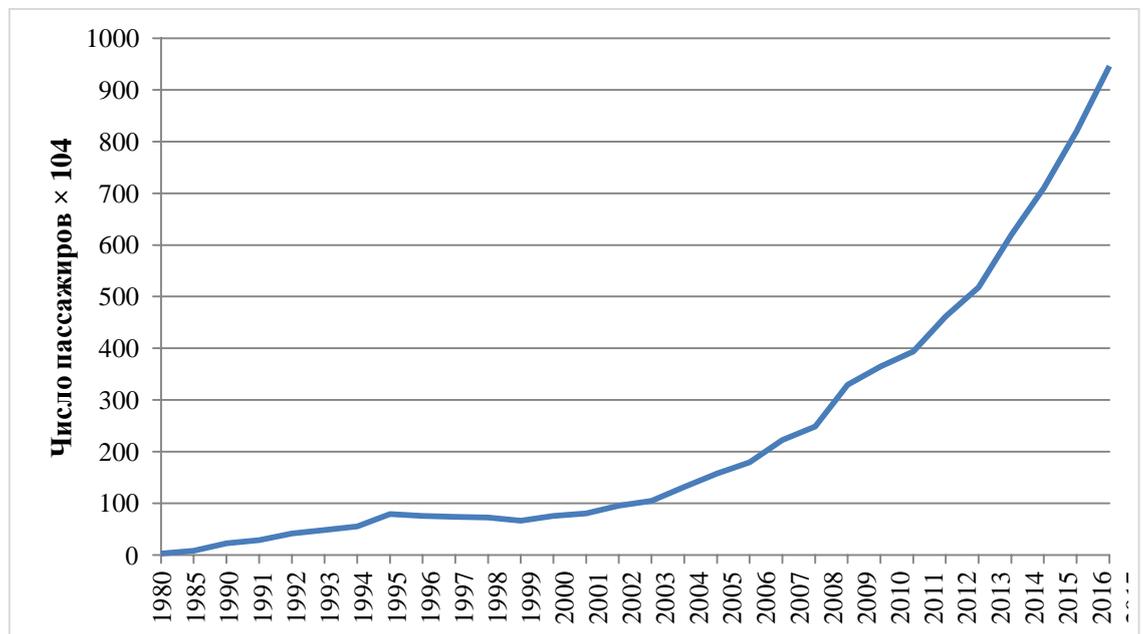


Рисунок 3.14 – Динамика объемов пассажирских авиаперевозок в Харбине за 1980–2017 гг.

Наименее используемым видом транспорта является водный транспорт. На 2011 г. его оборот составил 16 на 10 тысяч человек.

В последние годы происходит изменение в структуре транспортных средств частного пользования, при том, что их количество из расчета на 100 домохозяйств практически не изменилось. Наблюдается тенденция к снижению количества мотоциклов и к увеличению автомобилей (рисунок 3.15).

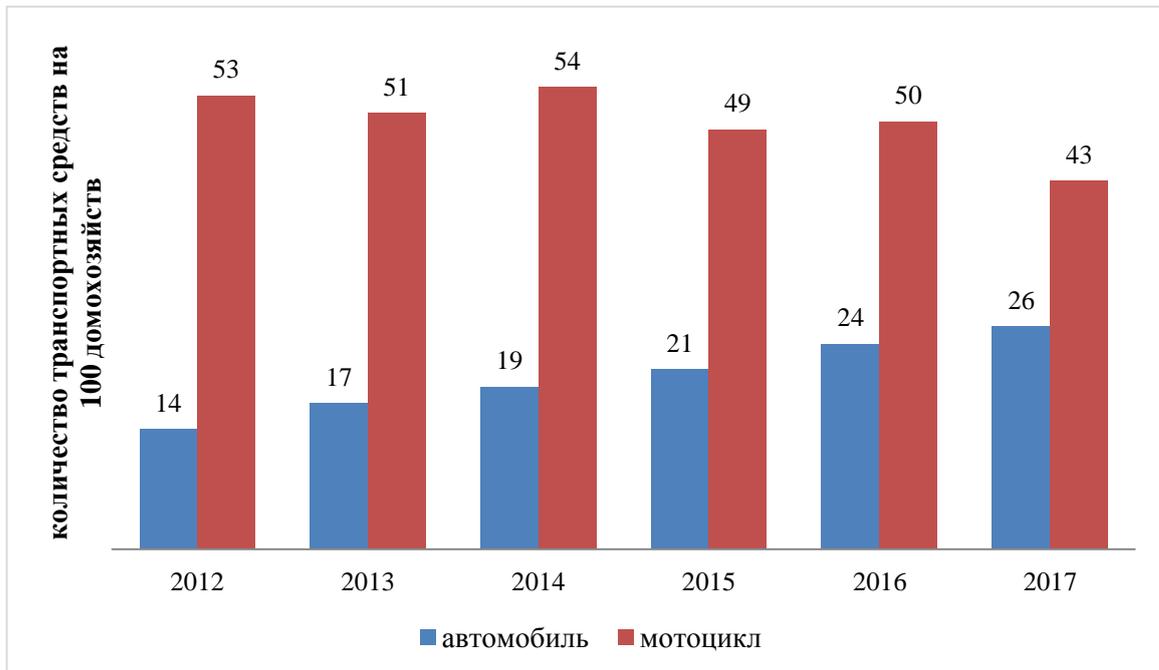


Рисунок 3.15 – Динамика количества транспортных средств частного пользования на 100 домохозяйств в Харбине

Как было упомянуто выше в Харбине наблюдается тенденция к увеличению количества общественного городского транспорта. Население пользуется услугами автобусов, трамваев, такси и паромов. Наибольшим спросом у населения пользуются маршрутные автобусы (рисунок 3.16).

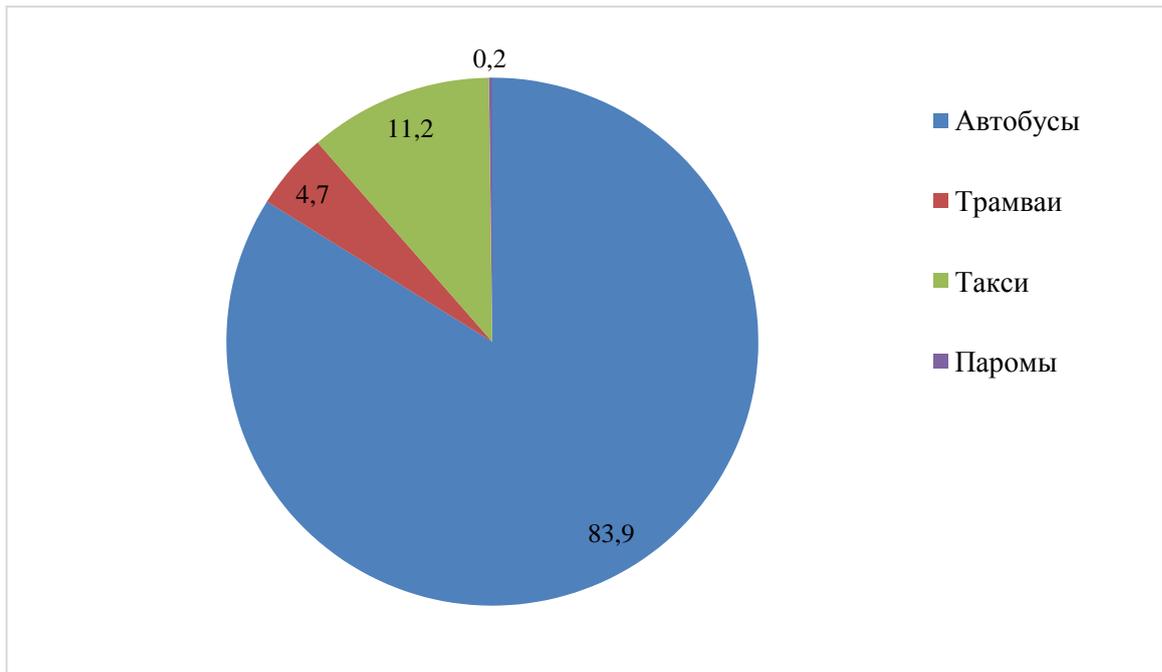


Рисунок 3.16 – Структура общего пассажиропотока на общественном транспорте (%)

Среди общественного транспорта большей популярностью у населения пользуются автобусы (83,9%), общий пассажиропоток которых увеличился на 17,3% и в 2017 году составил 136246×10^6 пассажиров (рисунок 3.17).

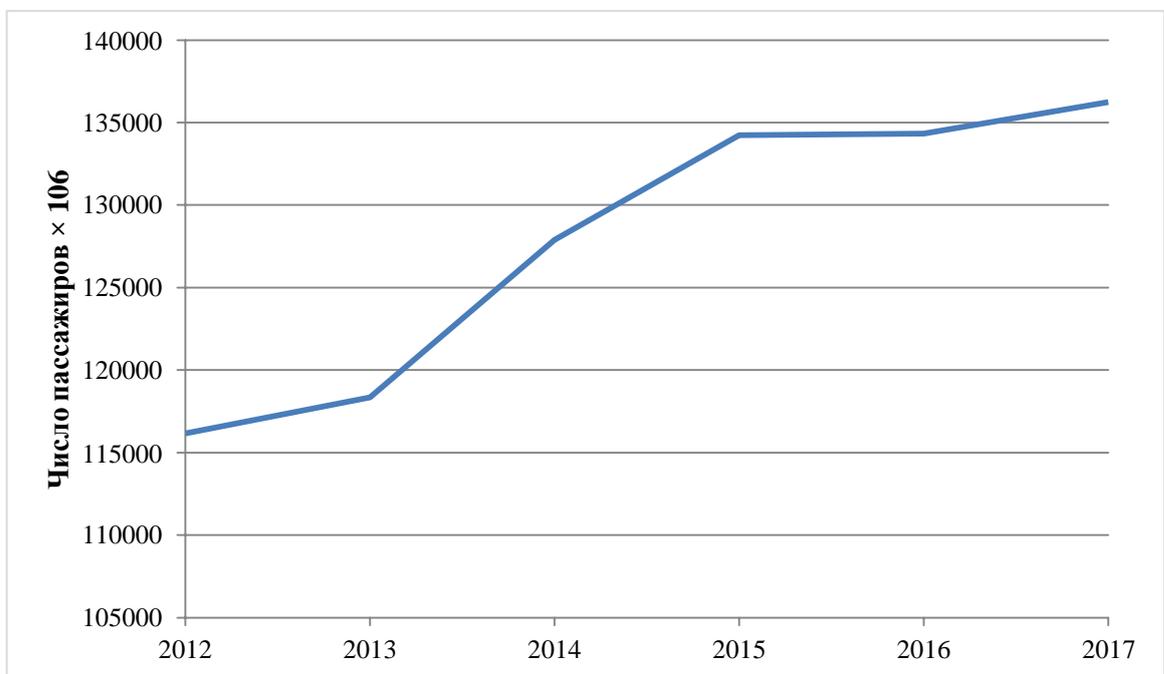


Рисунок 3.17 – Общий пассажиропоток автобусных маршрутов

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.

Несмотря на то, что количество трамвайных путей за аналогичный период не изменилось, общий пассажиропоток железнодорожного транспорта вырос с 1397×10^6 в 2013 году до 7679×10^6 пассажиров в 2017 году (рисунок 3.18).

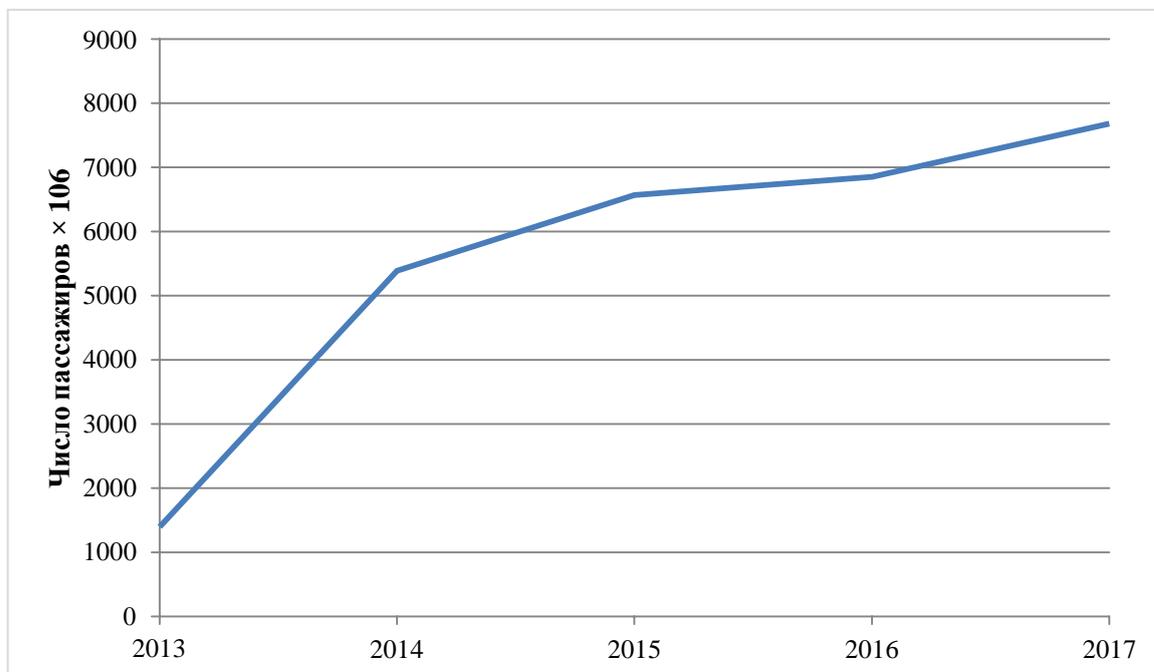


Рисунок 3.18 – Общий пассажиропоток железнодорожного транспорта

Количество такси выросло на 17,23% и в 2017 году составило 18193 автомобилей (рисунок 3.19).

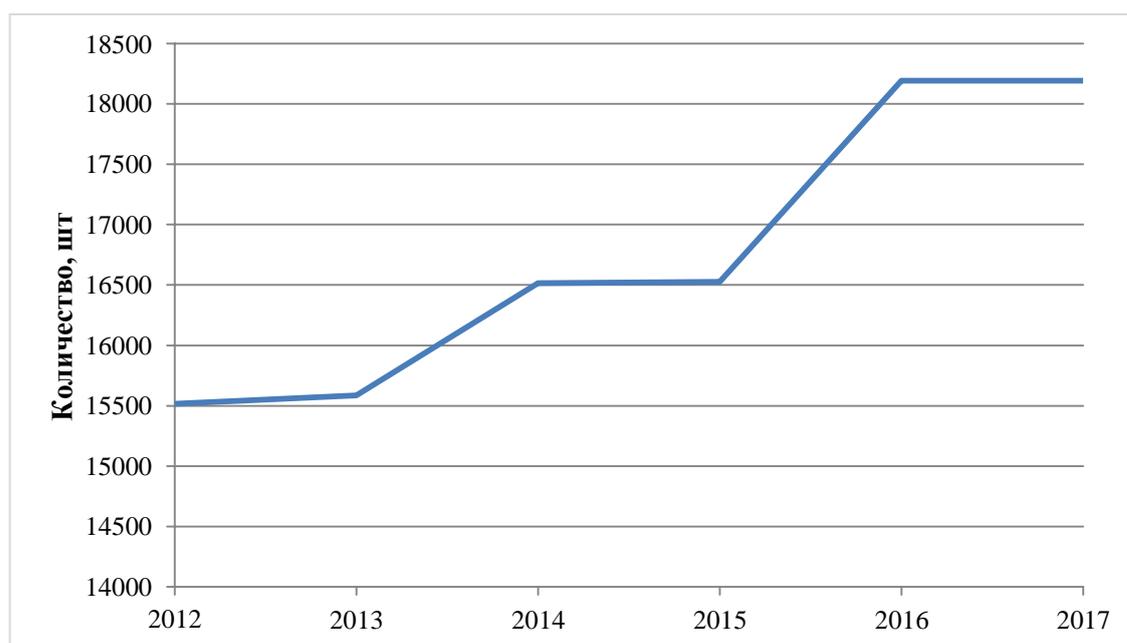


Рисунок 3.19 – Динамика числа такси на конец года в Харбине

Общий пассажиропоток водного транспорта снизился на 22,3%. Вероятно, это связано с сокращением количества плавательных средств с 45 в 2012 году до 36 в 2017 году.

Грузовые перевозки

Наибольший вклад в грузоперевозки вносит автотранспорт (рисунок 3.20).

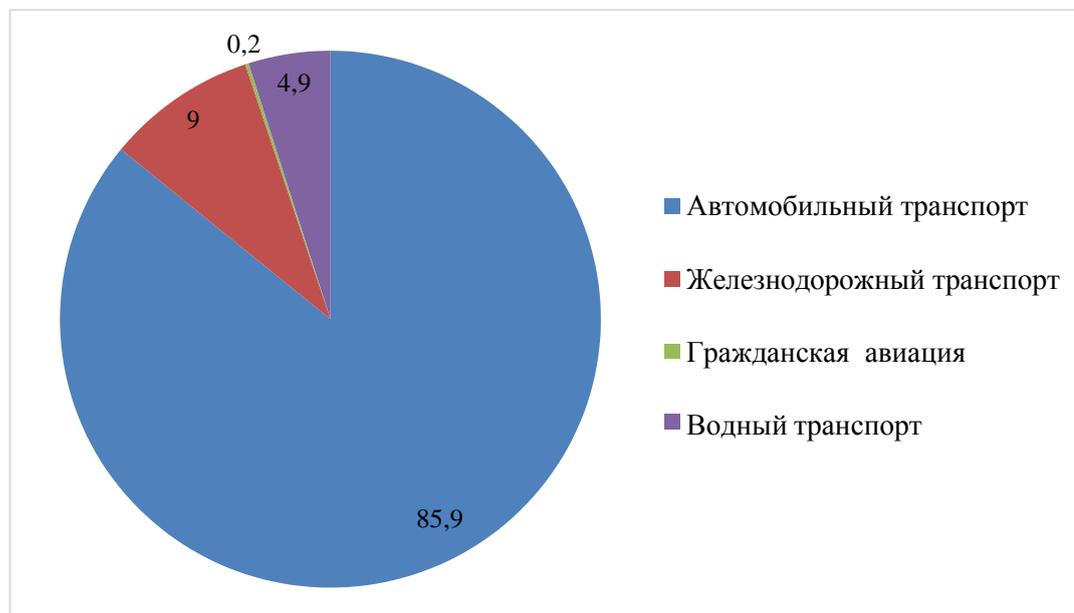


Рисунок 3.20 – Виды транспорта, осуществляемого грузоперевозки (%)

Объемы грузовых перевозок автомобильным транспортом изменяются волнообразно с тенденцией к росту. Пик отмечается в 2013г (рисунок 3.21).

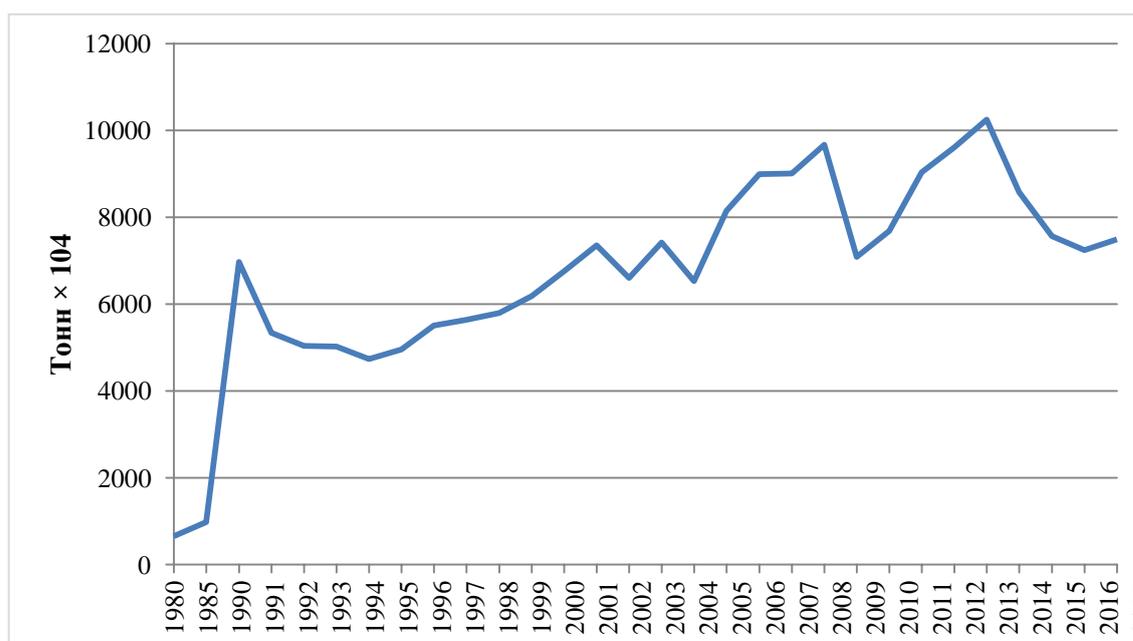


Рисунок 3.21 – Динамика объемов грузовых перевозок автомобильным транспортом в Харбине за 1980–2017 гг.

Менее востребованными являются перевозки по железной дороге. Пик их загрузки пришелся на 2010 г. К 2017 г. отмечается спад (рисунок 3.22).

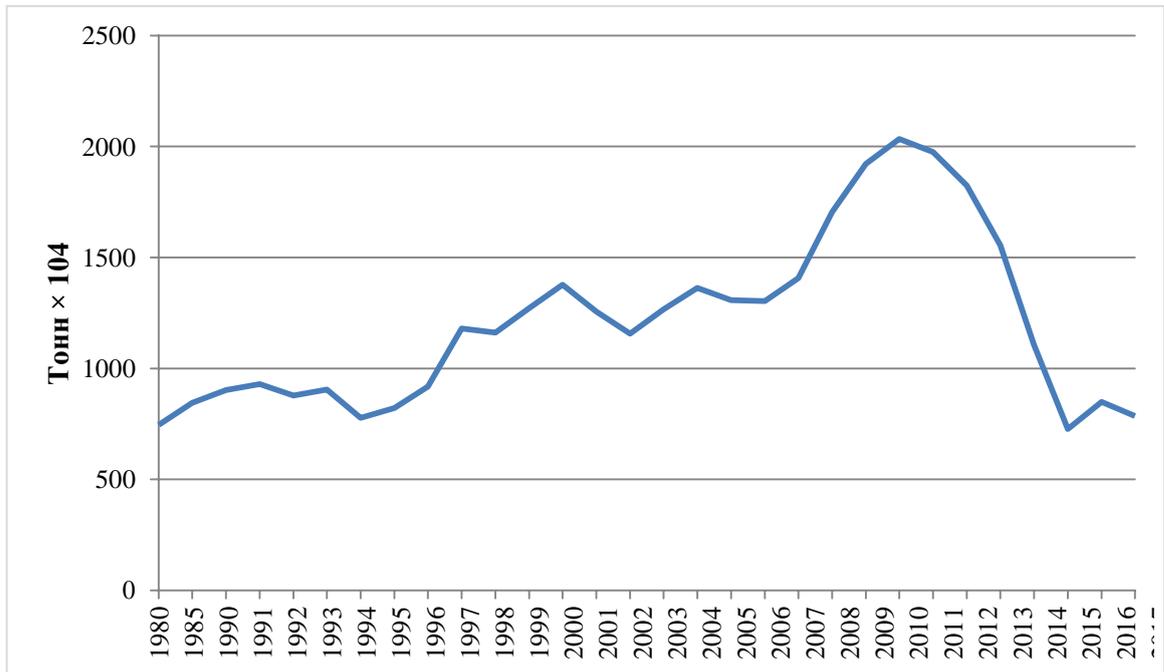


Рисунок 3.22 – Динамика объемов грузовых перевозок железнодорожным транспортом в Харбине за 1980–2017 гг.

Водные и авиаперевозки составляют соответственно 5% и 0,2% от общего числа перевозок. Отмечается тенденция увеличения объемов их использования (рисунок 3.23).

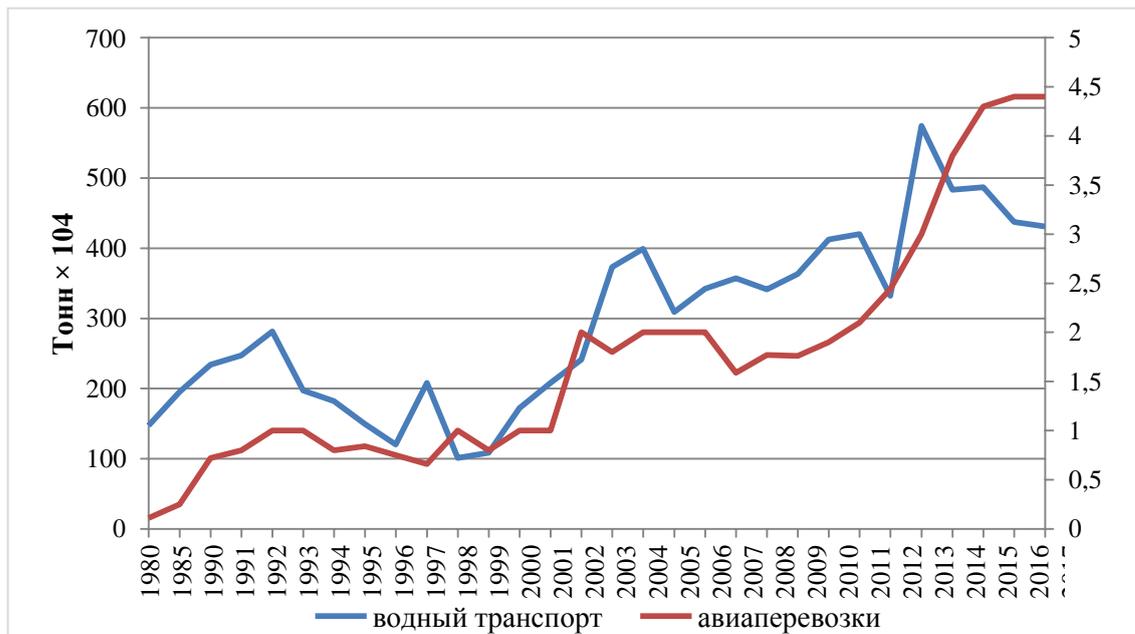


Рисунок 3.23 – Динамика объемов грузовых перевозок водным транспортом и авиацией в Харбине за 1980–2017 гг.

3.1.3. Озеленение и благоустройство городской среды

Благоустройство городов – одна из актуальных проблем современного градостроительства. Задачей благоустройства городской среды является создание благоприятной среды обитания современного жителя мегаполиса с обеспечением комфортных условий для всех видов его деятельности. Оно неразрывно связано с градостроительством и является одной из основных его частей.

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 отстроены до 1980-х и 1990-х годов, соответственно их качество окружающей среды и уровень инфраструктуры ниже. Большинство жилых зданий многоэтажные и имеют высокую плотность застройки. Для противостояния суровому холодному климату, планировка здания в основном закрытая, а в некоторых местах используется круглая или смешанная планировка. В районах с закрытой планировкой масштабы зеленых насаждений обычно невелики, а общественные мероприятия относительно однообразны. Из-за влияния холодного климата на удобство и безопасность ведения активного отдыха, его привлекательность значительно падает. Также невелик и коэффициент использования окружающего пространства.

На сегодняшний день общественные места пребывания и отдыха, парковые территории интенсивно развиваются и становятся уникальными и эстетически привлекательными уголками природы. Уровень развития благоустройства оказывает значительное влияние на условия труда и отдыха, а соответственно и здоровье человека.

Городское озеленение – это деятельность, направленная на рациональное увеличение количества зеленых насаждений в черте города. Целью городского озеленения является интегрирование естественной и городской экосистем для создания безопасной и комфортной среды обитания человека. Ввиду отсутствия в большей части мегаполисов сколь-нибудь значимых зеленых насаждений, что, в

свою очередь, оказывает негативное влияние на здоровье населения, возникает необходимость восстановления озеленения города. Во многих городах остро стоит проблема комфортности городской среды, решение которой заключается в рациональном градостроительстве, тщательном обдумывании городского архитектурного плана и экологизации городской среды. К экологизации городской среды относится в том числе и ландшафтное озеленение города.

Рекреационные зоны являются важной составляющей городской среды – это лесопарки, парки, сады, скверы, бульвары, а также озелененные участки придомовых и внутриквартальных территорий.

Зеленые насаждения в городе создаются искусственно и целенаправленно и являются важнейшим компонентом в системе регулирования качества городской среды. Их основное назначение – выполнение санитарно-гигиенической, архитектурно-планировочной, эстетической и рекреационной функций. Способность выполнять эти функции в значительной степени определяется состоянием самих насаждений.

Взаимодействие города и растительности носит взаимосвязанный характер. Озелененные пространства улучшают жизненную среду городских территорий за счет создания более мягкого микроклимата и поглощения вредных веществ и пыли из атмосферного воздуха.

В центре Харбина на северном берегу реки Сунгари находится живописный «Остров солнца». Это известная туристическая зона Харбина, занимающая площадь 3800 гектаров. Это один из крупнейших лесопарков Китая, привлекающий своими живописными пейзажами и комплексом развлечений (рисунок 3.24).

Парк славится своими культурными достопримечательностями и природными пейзажами. На севере острова расположены зоны с животными и растениями, а также ландшафтные озера. Южная часть привлекает туристов своими музеями, галереями и русской архитектурой. Лучшим временем для посещения Острова солнца считается период с июня по август и с декабря по февраль. Путешествие с июня по август – хороший способ избежать летней

жары, которая стоит в других регионах Китая, а в период с декабря по февраль здесь можно насладиться ледяными и снежными скульптурами и большим количеством зимних развлечений, таких как катание на коньках, санках и лыжах, игра в хоккей и езда на собачьей упряжке.



Рисунок 3.24 – Очередь на «Остров солнца» (фото Т.А. Трифионовой)

Солнечный остров включает в себя несколько небольших островов, окруженных рекой Сунгари и озерами с кристально чистой водой. Вся его территория разделена на две зоны: парк и курорт. Здесь произрастают красивые экзотические растения, обитают разнообразные животные и птицы (рисунок 3.25–3.26).



Рисунок 3.25 – «Остров солнца» (фото Т.А.Трифоновой)

Летом это идеальное место, чтобы спрятаться от полуденной жары. В распоряжении посетителей – прекрасный пляж с белым песком площадью 90 гектаров. Зимой остров превращается в царство снега, здесь проводятся соревнования по зимним видам спорта и фестивали снежных скульптур.

Раньше эта туристическая зона была курортом иностранных эмигрантов, поэтому ее постройки выполнены в разных стилях. В южной части острова находится русский район, включающий в себя русские рестораны, ремесленные мастерские, кинотеатр и концертные площадки.



Рисунок 3.26 – «Остров солнца» (фото Т.А.Трифоновой)

Еще одно популярное туристическое место, парк, расположенный в центре Харбина на правом берегу реки Сунгари. Это парк имени Сталина (рисунок 3.27).



Рисунок 3.27 – Парк имени Сталина

Парк вытянут вдоль набережной. Площадь – 10 км². Парк был создан в виде ленты вдоль дамбы реки Сунгари. Общая его протяжённость – 1750 м. В настоящее время парк является одним из самых посещаемых мест в Харбине и самой посещаемой частью набережной Сунгари. Это любимое место отдыха харбинцев. Его украшают зелёные ивы и естественные речные пляжи.

С 1999 по 2017 гг. отмечается увеличение площадей озелененных участков городской территории Харбина. За данный период площадь общественной зеленой зоны выросла в 3,7 раза с 1202 до 4449 гектаров; зеленой зоны застроенной территории – в 3,2 раза с 4622 до 14789 гектаров. Уровень зеленого покрытия вырос с 27 до 33,7%.

Значительное увеличение количество парков (с 20 до 91) привело к увеличению площади парковой зоны в 2,6 раза с 526 до 1878 гектаров.

Ежегодное высаживание деревьев поспособствовало увеличению их числа за данный период с 393 тысяч до 1616 тысяч на конец года. Активное участие в озеленении городской среды принимают и русские общины (рисунок 3.28).



Рисунок 3.28 – Высадка деревьев (наследие жизни русских общин в Харбине – березы. Фото Т.А. Трифионовой)

Усилия муниципальных властей в сфере рекреации привели к увеличению туристического потока, который вырос в 2,4 раза (рисунок 3.29).

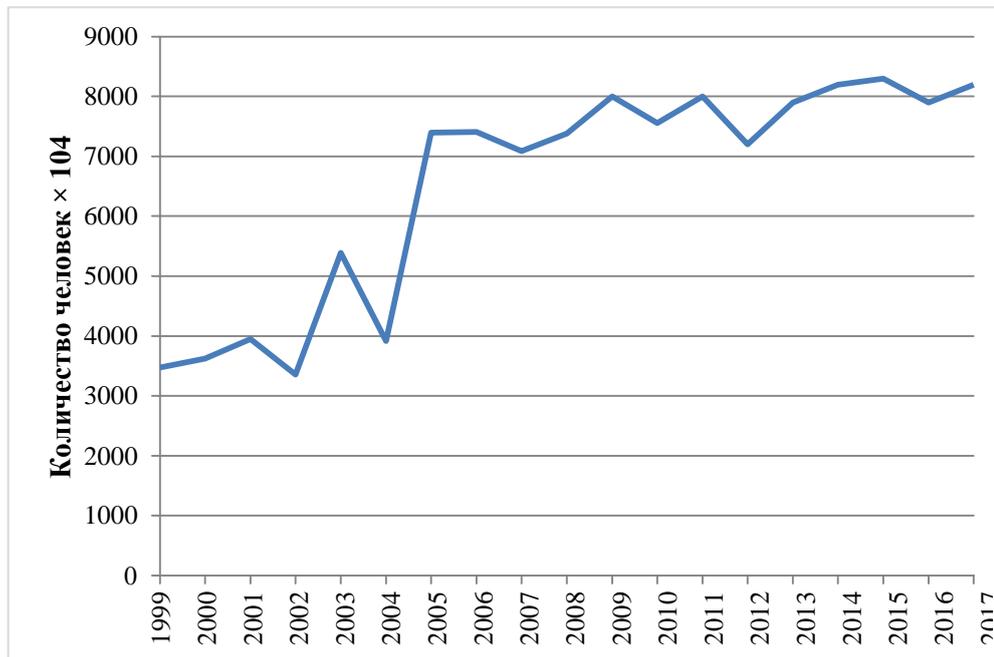


Рисунок 3.29 – Годовой туристический поток

3.2. Медико-демографическая обстановка городского округа Харбин

3.2.1. Ретроспективный анализ демографических процессов

Согласно данным *Harbin Municipal People's Government*, в городском округе Харбин отмечается значительное увеличение численности населения (рисунок 3.30). За период 1978–2017 гг. ее рост составил 21,8%. В абсолютных цифрах это 1710400 человек.



Рисунок 3.30 – Общая численность населения в Харбине за 1978–2017 гг.

Динамика прироста численности населения с 1978 г. по 2016 г. снизилась с 10,27‰ до 2,30‰ (рисунок 3.31).

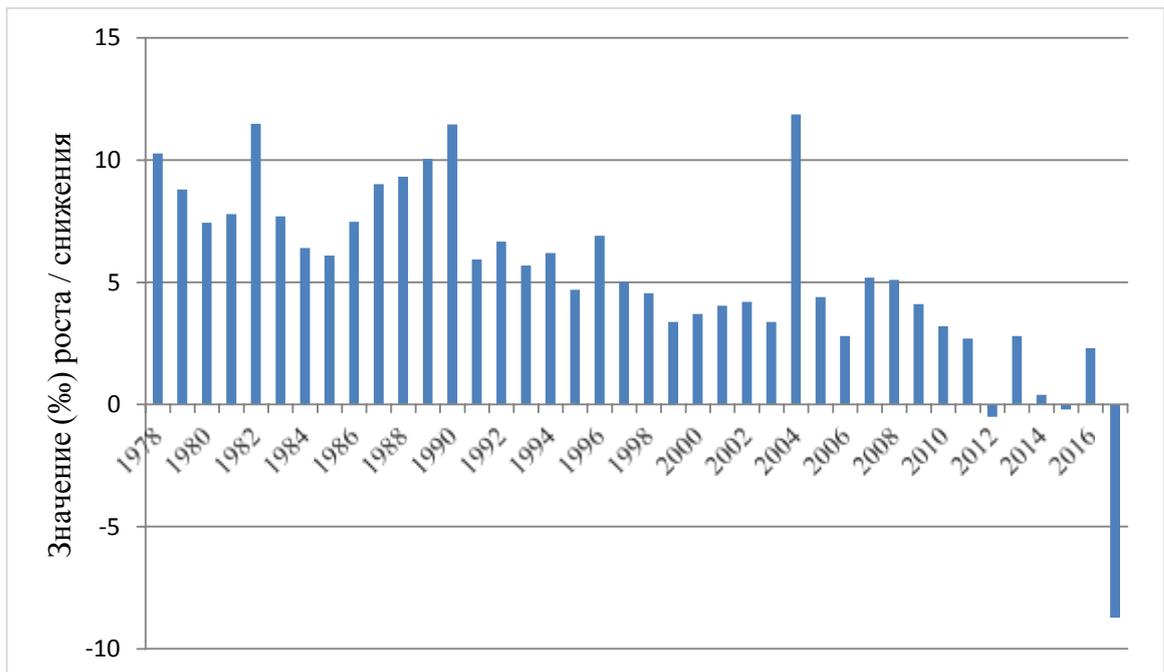


Рисунок 3.31 – Динамика относительного (‰) прироста населения в Харбине за 1978–2017 гг.

Уровень урбанизации - показатель, который представляет собой отношение постоянного городского населения в регионе к общей численности населения в регионе. До 1980 года процесс урбанизации населения Китая шел медленно, а

степень урбанизации находилась на низком уровне. Начиная с 1980-х годов, с ростом экономики и развитием индустриализации, большое количество сельских граждан наводнило города, что привело к быстрому росту городского населения.

За данный период численность сельского населения Харбина изменилась незначительно (-0,1%). Численность же городского населения увеличивалась на 53,9% (рисунок 3.32). Значение численности городских жителей приближается к значению численности сельских. Соотношение численности городского и деревенского населения уменьшилось с 1,599 (1978 г.) до 1,059 (2017 г.). Уровень урбанизации городского округа Харбин вырос до 49,9%. Рост количества городских жителей происходит за счет улучшения городской инфраструктуры благодаря миграции сельских жителей провинции Хэйлунцзян и региона Дунбэй. Также сельские районы постепенно преобразуются в городские.

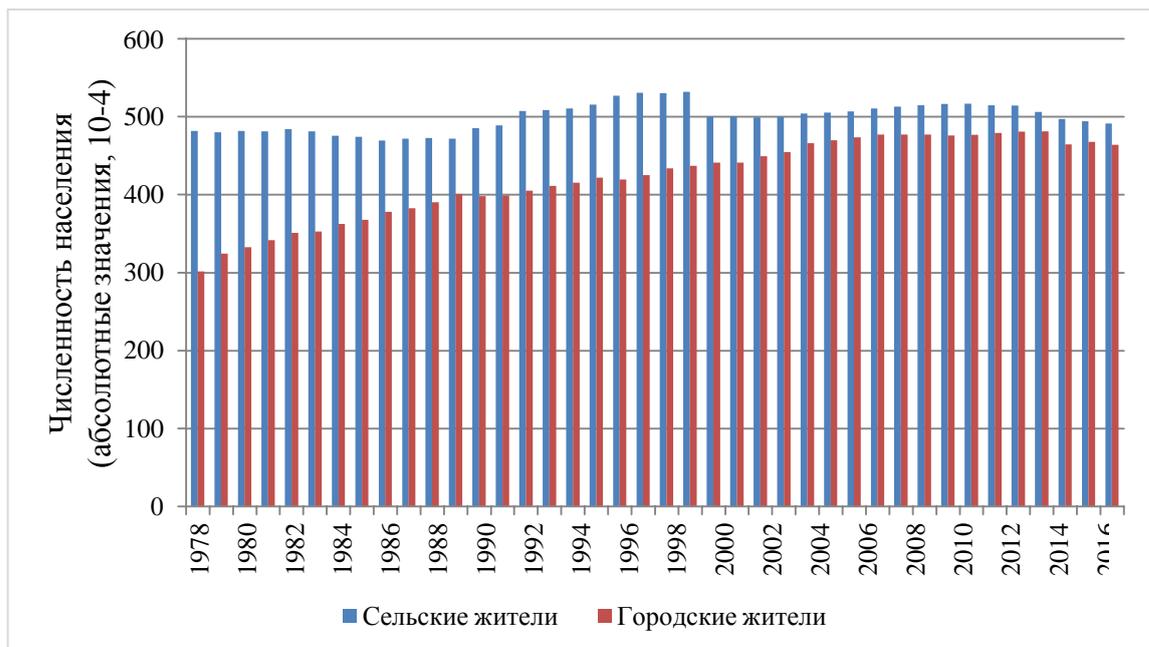


Рисунок 3.32 – Динамика численности деревенского и городского населения Харбина, 1978–2017 гг.

Подобные динамические изменения вероятно также связаны и с государственной демографической политикой «одна семья - один ребенок», которая проводилась в Китае с 1979 года. Стабильные значения количества сельских жителей объяснимы решением правительства КНР иметь двух детей в семьях с первенцем – девочкой.

В половой структуре населения наблюдается изменение соотношения мужчин и женщин (рисунок 3.33).

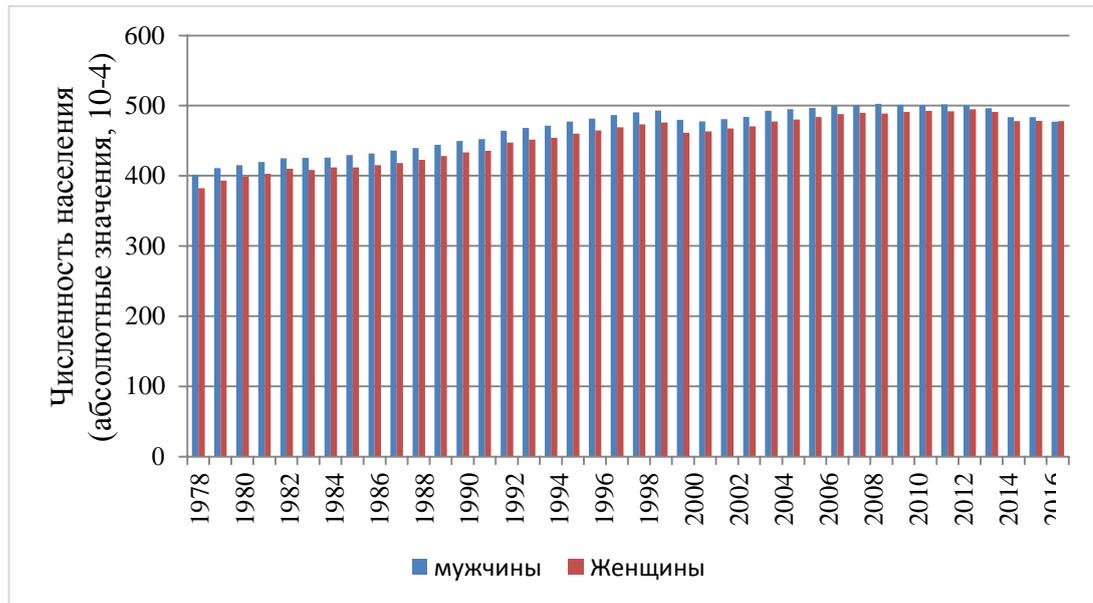


Рисунок 3.33 – Динамика численности мужского и женского населения Харбина, 1978–2017 гг.

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 (рисунок 3.34).

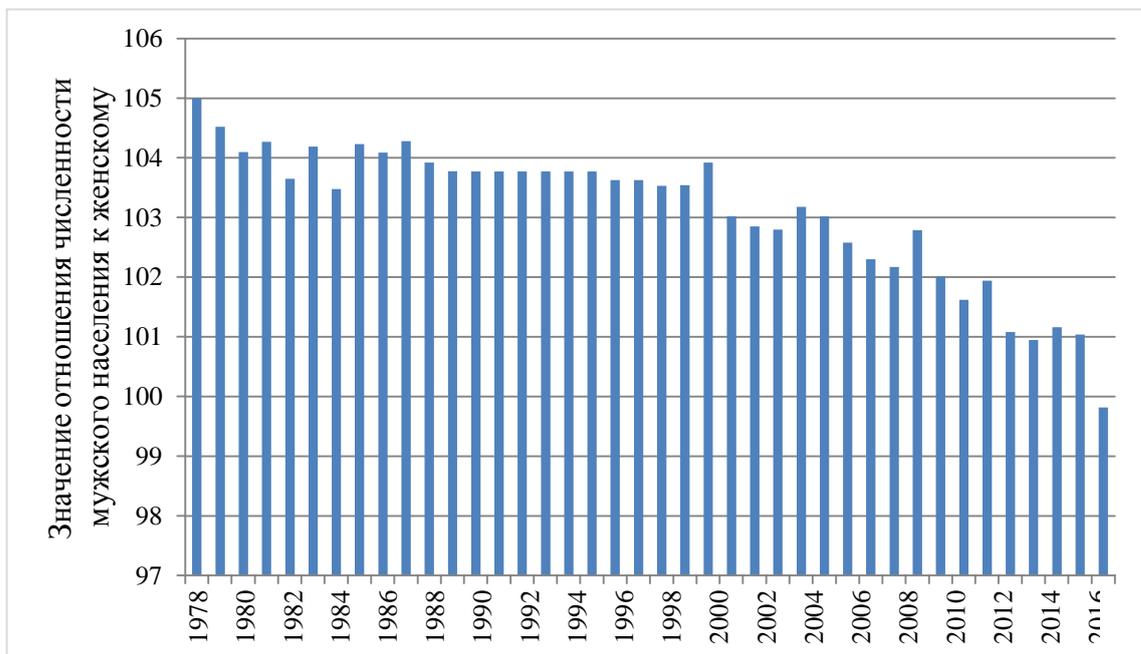


Рисунок 3.34 – Динамика отношения численности мужского населения к женскому в Харбине за 1978–2017 гг.

Таким образом установлено, что в городском округе Харбин с 1979 года наблюдается значительный рост населения, в основном за счет урбанизационных процессов, которые приводят к росту городских жителей.

3.2.2. Анализ качества медицинского обслуживания и заболеваемости населения

Динамичные урбанизационные процессы несомненно влекут за собой ощутимые изменения в уровне здоровья населения. В связи с этим, в данном подразделе приведены официальные статистические данные по качеству медицинского обслуживания, а также по заболеваемости населения различными хроническими и инфекционными болезнями.

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. Техническое оснащение лечебных учреждений значительно увеличилось – с 31276 до 68000 медицинских технических приборов. Количество медицинского персонала выросло с 11 600 до 62 000 человек.

Анализ заболеваемости и смертности населения от хронических 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. Интересно, что ишемическая болезнь сердца чаще регистрируется в зимний период (рисунок 3.35).

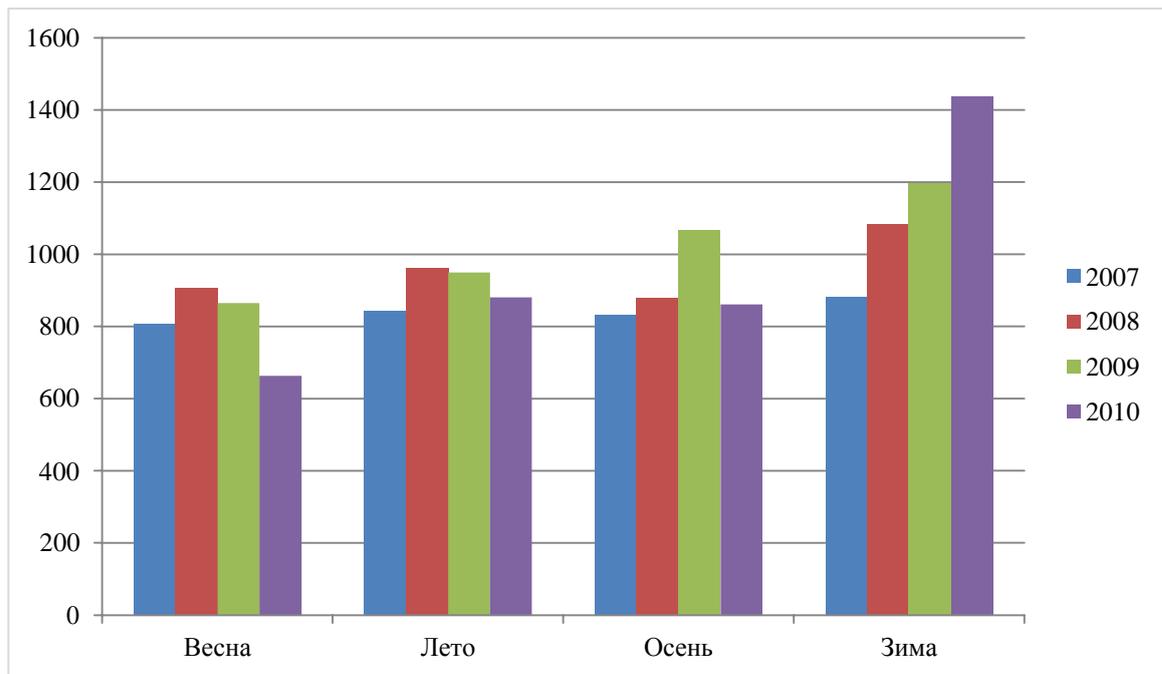


Рисунок 3.35 – Динамика заболеваемости населения г. Харбина ишемической болезнью сердца по сезонам года, 2007–2010 гг.

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. Данное обстоятельство способствует интенсивному поглощению загрязняющих токсичных веществ с вдыхаемым воздухом. Стоит отметить, что среди мужчин данные заболевания регистрируются чаще

Можно отметить, что среди мужчин данные заболевания регистрируются чаще (рисунок 3.36).

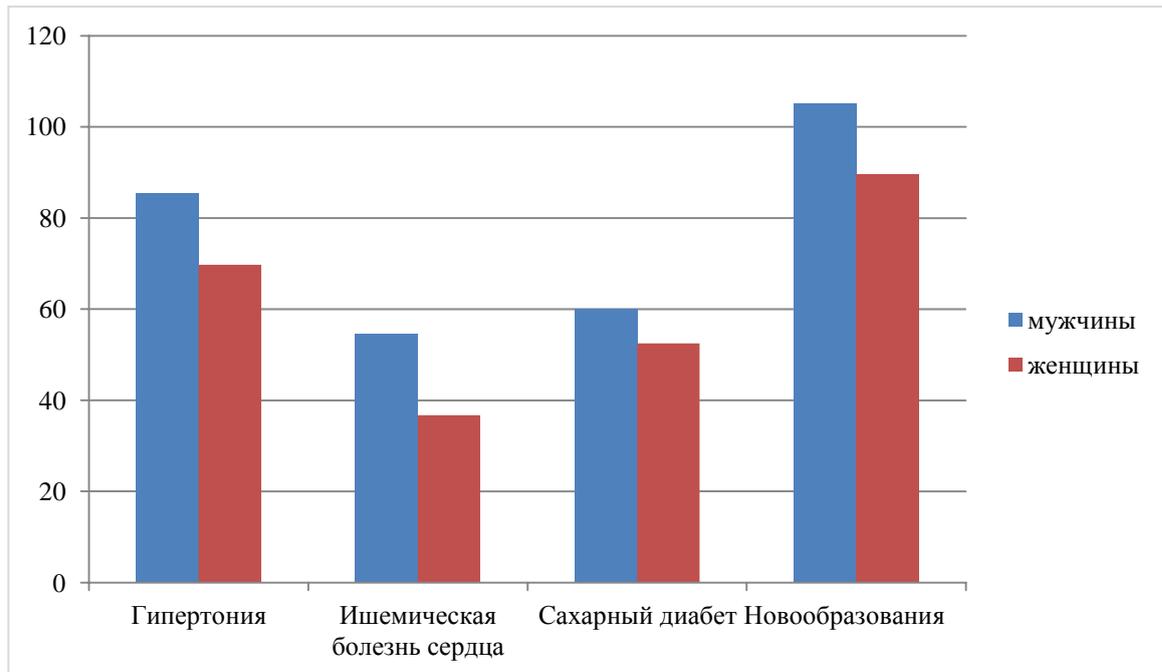


Рисунок 3.36 – Половая структура заболеваемости хроническими болезнями в Харбине (в перерасчете на 10 тыс. населения)

Китай является крупнейшим мировым лидером по потреблению табачных изделий. Среднестатистический китайский курильщик потребляет 15,8 сигарет в день. Курение является частью китайской культуры. Китайцы курят не только после еды, но и во время. В Китае курят около 70 % мужчин и только 7 % женщин (рисунок 3.37). 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 регистрируются в возрастной группе 65–75 лет.



Рисунок 3.37 – Курение табака в Китае как часть культуры

Заболеваемость злокачественными новообразованиями регистрируются у городских жителей чаще (рисунок 3.38).



Рисунок 3.38 – Соотношение значений заболеваемости городских и сельских жителей злокачественными заболеваниями

Заболеваемость злокачественными новообразованиями чаще регистрируется у женщин, причем как у проживающих в городе, так и в сельской местности, в отличие от мужчин (рисунок 3.39)

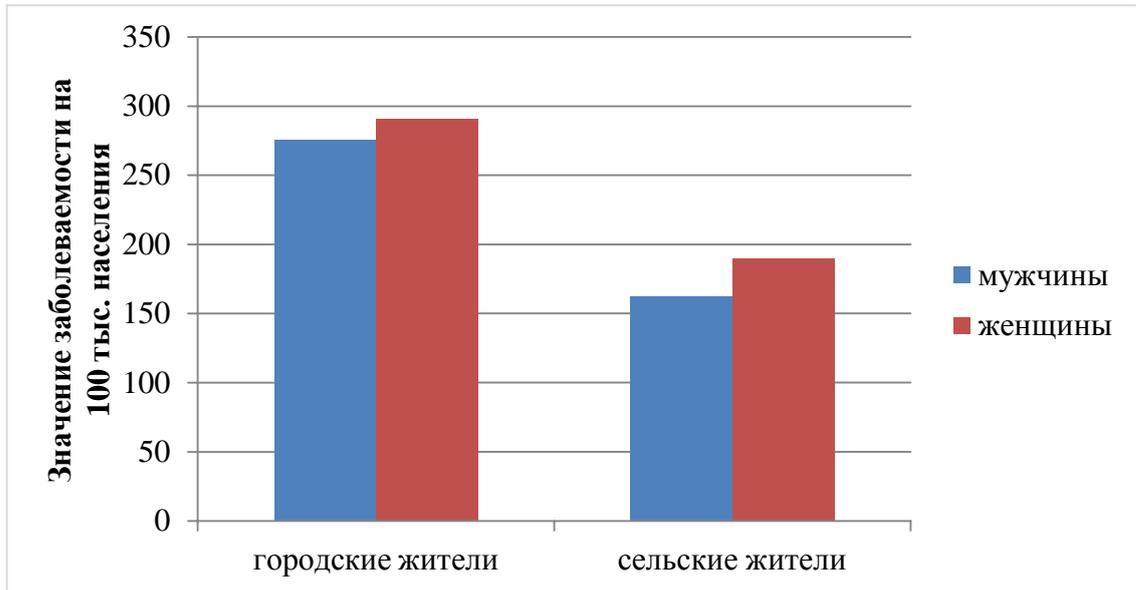


Рисунок 3.39 – Число новых случаев заболеваемости злокачественными новообразованиями в Харбине за 2015–2017 гг.

В структуре заболеваемости есть отличия, как среди мужчин и женщин, так и среди городских и сельских жителей (рисунок 3.40, 3.41). Среди мужчин можно выделить рак легких, колоректальный рак, рак печени, рак желудка и рак пищевода; среди женщин – рак молочной железы, рак щитовидной железы, рак легких, колоректальный рак и рак шейки матки.

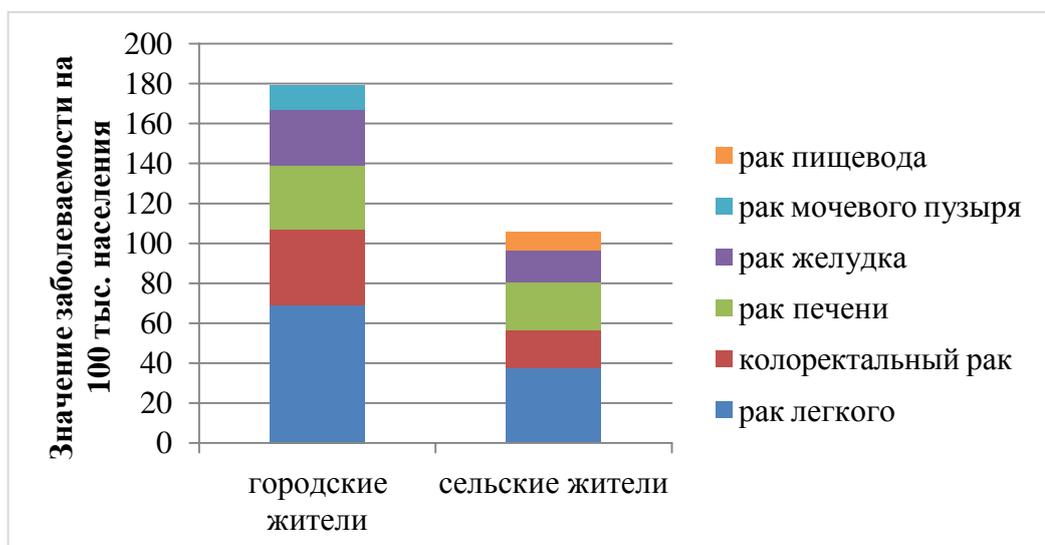


Рисунок 3.40 – Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями мужчин за 2015–2017 гг.

У городских мужчин чаще регистрируют все, входящие в первую четверку нозологии: рак легких, кишечника, печени и желудка. Стоит отметить, что у городских мужчин в первую пятерку самых распространенных злокачественных новообразований входит рак мочевого пузыря, а у сельских – рак пищевода.

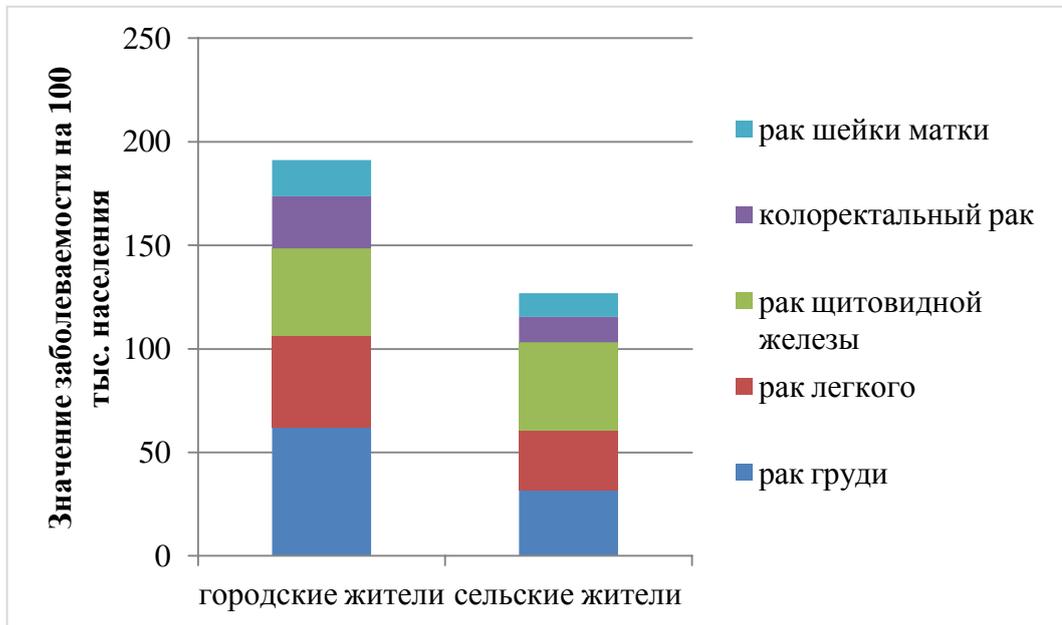


Рисунок 3.41 – Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями женщин за 2015–2017 гг.

У городских женщин чаще регистрируют все нозологии из первой пятерки, кроме рака щитовидной железы: рак груди, легких, кишечника и шейки матки.

Проведен анализ заболеваемости раком легкого и раком кишечника, т.к. данные нозологии вносят значительный вклад в структуру заболеваемости как мужчин, так и женщин. Установлено, что наибольшие значения заболеваемости данными нозологиями регистрируются среди городских мужчин (рисунок 3.42).

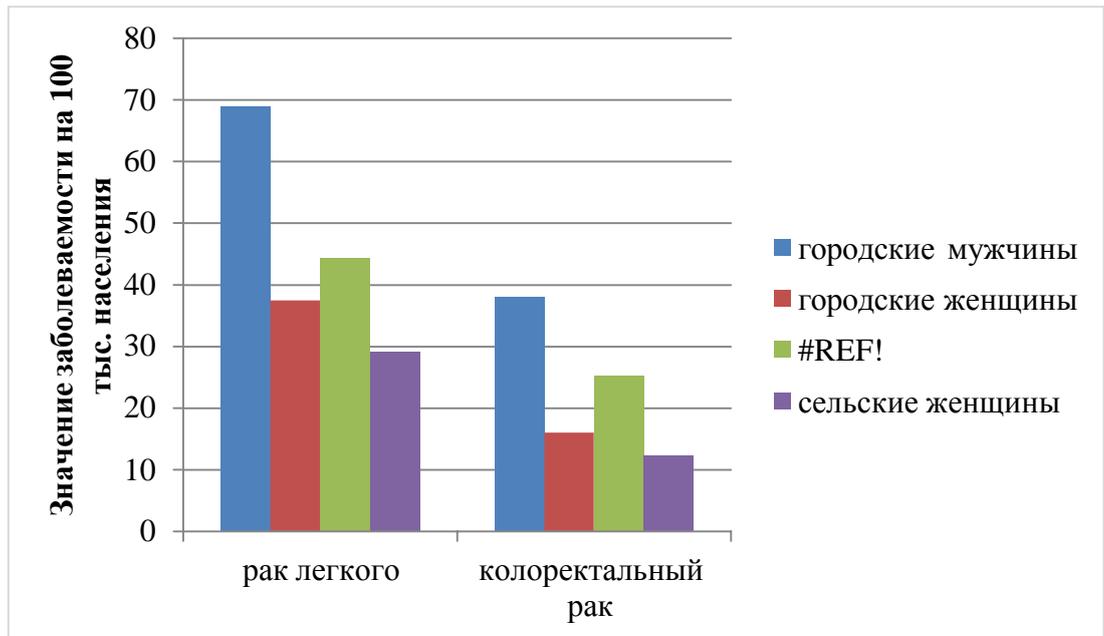


Рисунок 3.42 – Структура заболеваемости раком легкого и кишечника за 2015–2017 гг.

Таким образом установлено, что онкология чаще регистрируется у городских жителей.

Среди причин смертности населения городского округа Харбин лидирующие позиции занимают болезни системы кровообращения (гипертония и цереброваскулярные болезни), а также онкология (соотношение примерно 5:1). Стоит отметить, что рост смертей от болезней кровеносной системы за данный период составил 5,64 раза, а от онкологии – 1,31.

С 2015 по 2017 года в Харбине было зарегистрировано 49 450 случаев смерти от злокачественных новообразований. Несмотря на то, что онкология чаще регистрируется среди женщин, более 60% смертей приходится на мужчин (рисунок 3.43).



Рисунок 3.43 – Половая структура смертности от злокачественных новообразований

Уровень смертности от онкологии в Харбине демонстрирует общую тенденцию к росту с увеличением возраста пациентов. Начиная 35 лет уровень смертности резко возрастает. Наибольшая доля смертей как среди мужчин, так и среди женщин приходится на рак легких (рисунок 3.44, 3.45). Далее в порядке убывания числа летальных случаев у мужчин следуют: рак печени, рак желудка, колоректальный рак и рак поджелудочной железы (рисунок 3.44). А среди женщин: рак печени, колоректальный рак, рак груди и рак желудка (рисунок 3.45). Данный порядок сохраняется для городского и сельского населения.

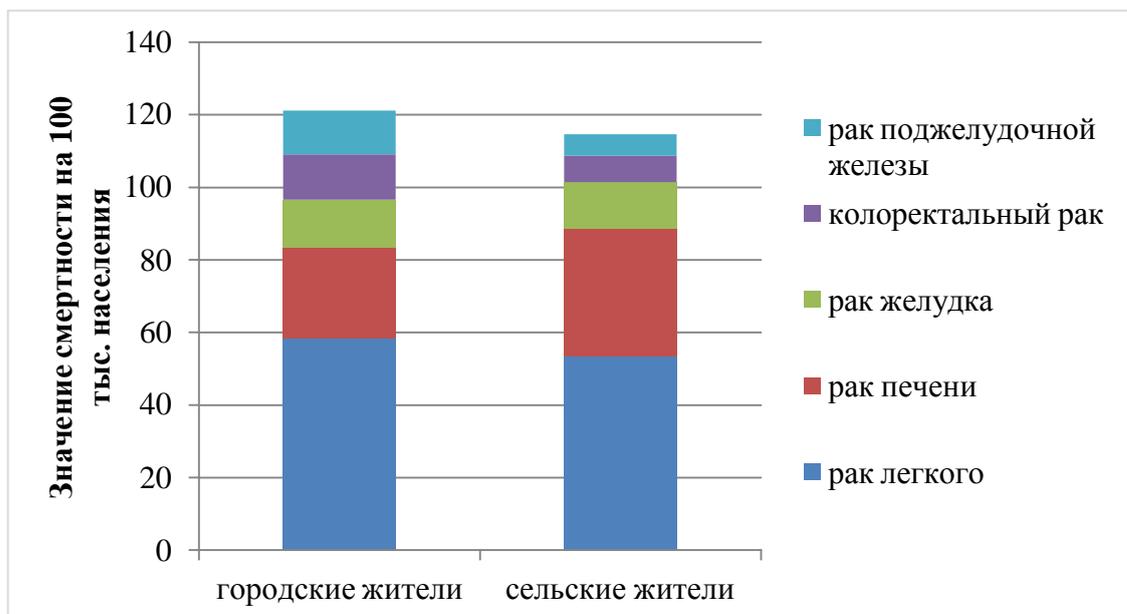


Рисунок 3.44 – Структура смертности от злокачественных новообразований мужчин за 2015–2017 гг.

Примечательно, что среди мужчин по четырем нозологиям лидируют городские жители; рак печени чаще регистрируется у сельских мужчин. Такая же ситуация характерна для женщин.

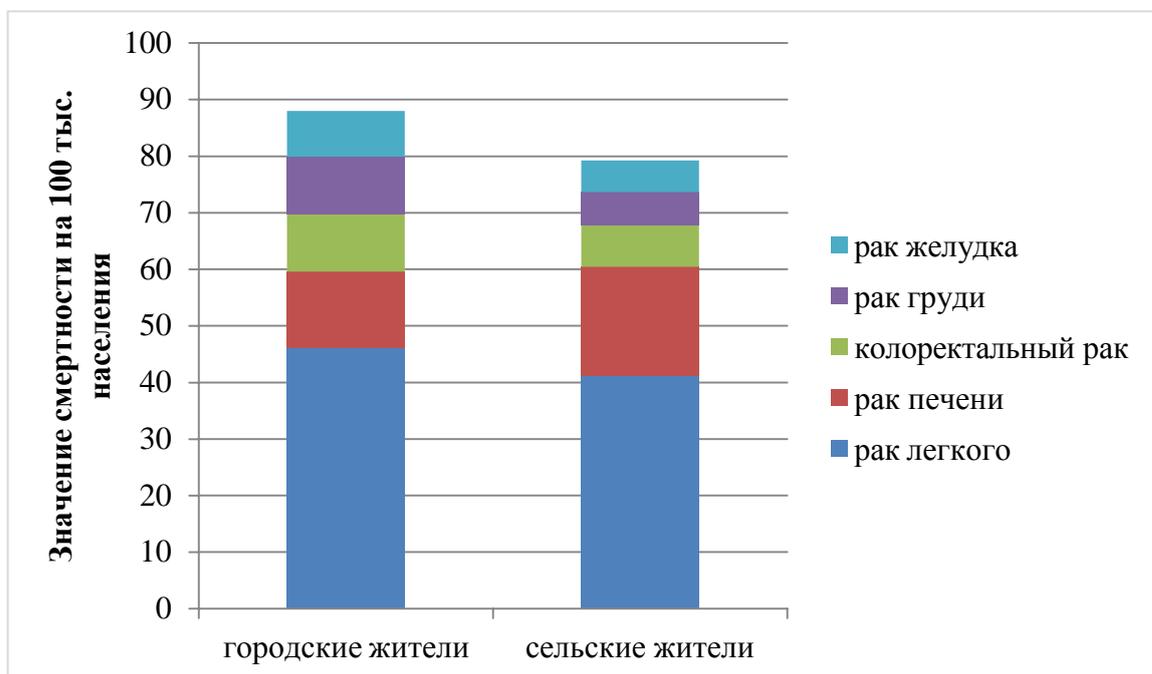


Рисунок 3.45 – Структура смертности от злокачественных новообразований женщин за 2015–2017 гг.

Следует отметить, что увеличение уровня заболеваемости и смертности населения связано с увеличением численности пожилого населения (60 лет и старше), а также высокой степенью старения населения. Исследование также показывает, что уровень заболеваемости мужчин ниже, чем у женщин, но разница невелика, заболеваемость городского населения выше, чем сельского. Уровень смертности мужчин значительно выше, чем у женщин, а также в городских районах немного выше, чем в сельской местности.

Анализ заболеваемости населения инфекционными болезнями

Согласно официальным статистическим данным, распространенными в Харбине инфекционными заболеваниями следующие: гепатит А, гепатит В, коклюш, корь, краснуха, менингит, свинка (рисунок 3.46).

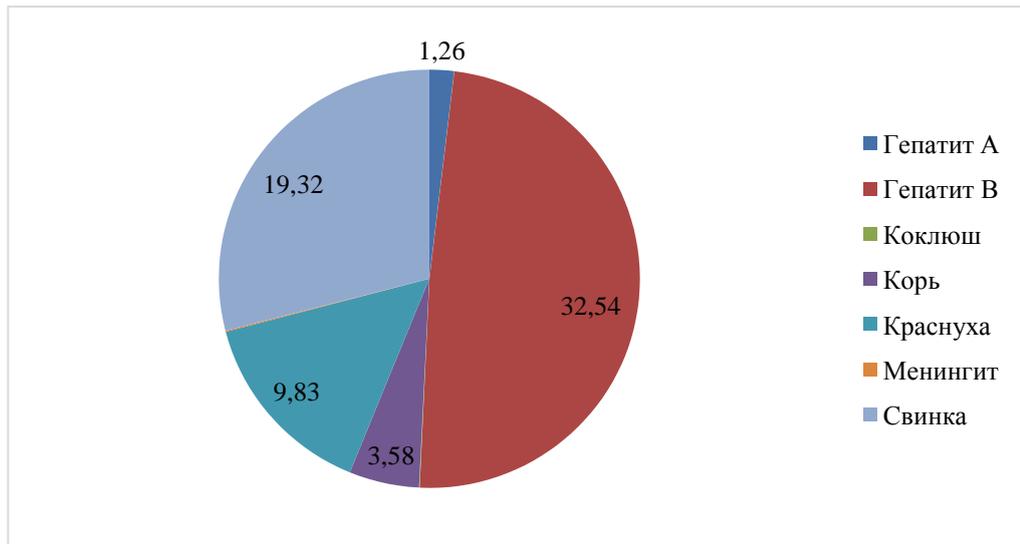


Рисунок 3.46 – Структура инфекционной заболеваемости в Харбине

Отмечается общая тенденция к снижению заболеваемости населения большинством инфекционных болезней (гепатит А, коклюш, краснуха, менингит, корь, свинка) – к 2017 г. заболеваемость ими достигла стабильного уровня около или менее 1 на 10000 человек. Динамика заболеваемости гепатитом В изменяется волнообразно и в целом остается стабильной.

Эпидемиологическая характеристика заболеваемости гепатитом А. Гепатит А – острое инфекционное заболевание, вызываемое *Hepatovirus А*. Относится к инфекционным заболеваниям класса Б. В Китае гепатит А широко распространен и представляет собой серьезную угрозу здоровью населения. Основной путь передачи гепатита А – алиментарный, через контаминированные воду и пищу. Распространение гепатита А тесно связано с бытовыми условиями и состоянием иммунной системы людей.

В 2008 году вакцина против гепатита А была включена в «Национальную программу расширенной иммунизации» и разрешена к применению для людей с возраста 18 месяцев.

В период с 2004 по 2017 гг. в Харбине было зарегистрировано в общей сложности 2182 случая заболевания гепатитом А. Средняя заболеваемость составила 1,52 случаев на 100000 человек. Отмечается тенденция к снижению заболеваемости: с 5,04 случаев на 100000 человек в 2004 г. до 0,7 случаев на 100000 человек в 2017 году (рисунок 3.47)

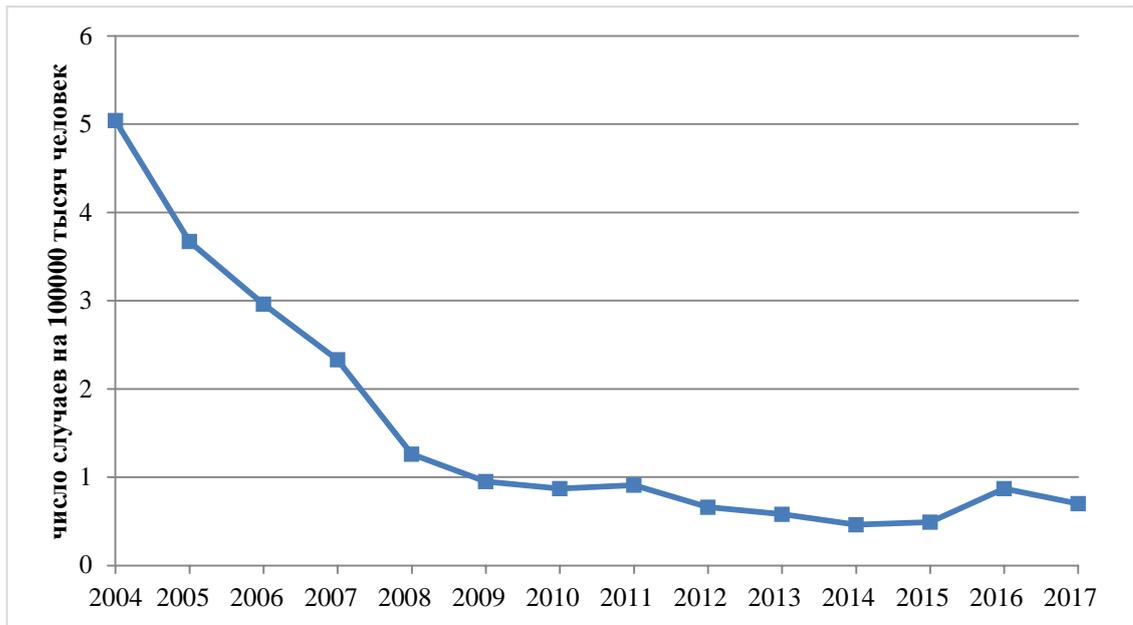


Рисунок 3.47 – Динамика заболеваемости населения г. Харбина гепатитом А, 2004–2017 гг.

Заболеваемость снижается во всех возрастных группах. Наибольшую долю случаев заболеваемости гепатитом А отмечаем в возрастной группе от 30 до 44 лет, наименьшую – от 0 до 14 лет и старше 75 лет (рисунок 3.48).

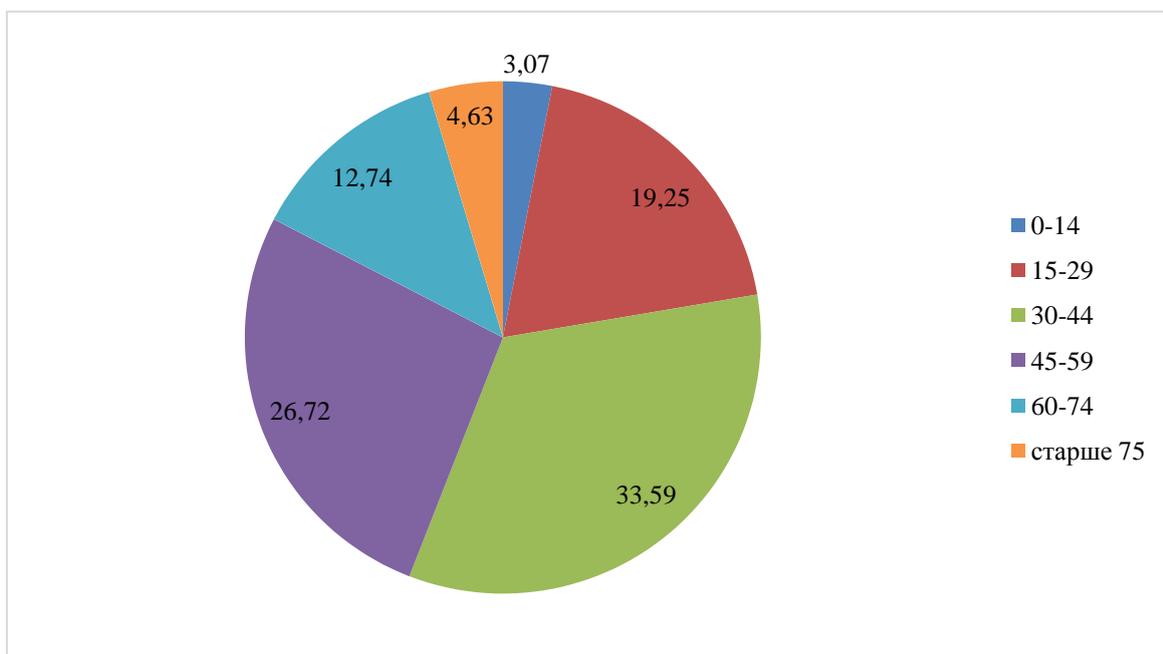


Рисунок 3.48 – Возрастная структура заболеваемости гепатитом А в Харбине за 2004–2017 гг. (%)

Эпидемиологическая характеристика заболеваемости эпидемическим паротитом. Свинка (эпидемический паротит) – острое инфекционное заболевание, вызываемое РНК-содержащим вирусом семейства парамиксовирусов *Pneumophila parotiditis*. Поражает в основном детей и подростков. Проявляется в виде негнойного поражения железистых органов и ЦНС, а основными клиническими симптомами являются лихорадка и увеличение околоушных желез. Передается воздушно-капельным путём, в связи с чем легко распространяется в местах скопления людей (например, в школе).

С 2007 по 2017 гг. отмечается общая тенденция к снижению заболеваемостью свинкой: с 35,54 на 100000 человек в 2007 г. по 2,96 на 100000 человек в 2017 г. Анализ возрастного состава заболевших за данный период показал, что наибольшая заболеваемость отмечалась у школьников 5–9 лет – 6230 случаев (40,34%). Заболеваемость в группе от 0 до 4 лет составила 1936 случаев (12,53%), в группе от 10 до 14 лет – 3987 случаев (25,81%), от 15 до 19 лет – 1615 случаев (10,46%). С увеличением возраста отмечается снижение заболеваемости. Школьники от 5 до 14 лет составили 66,15% от общего числа заболевших (рисунок 3.49).

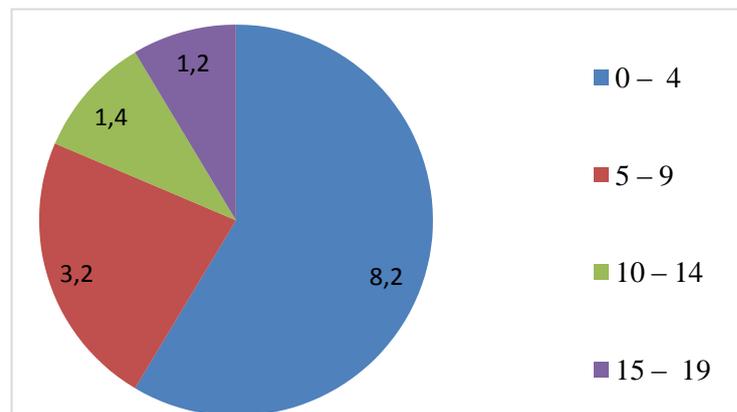


Рисунок 3.49 – Возрастная структура заболеваемости населения г. Харбина свинкой

Анализ заболеваемости населения по месяцам показал, что пики заболеваемости свинкой приходятся на апрель-июнь и январь. В указанные пики заболеваний приходится более 5594 случаев заболеваний в апреле-июне и 4447 случаев в январе, что составило 36,22% и 28,79% от общего числа

зарегистрированных случаев. Наибольшее количество случаев заболеваний пришлось на июнь, данные на этот период показывают 2267 случая, что составило 14,68% от общего числа заболевших, наименьшее количество случаев приходится на август – 742, что составляет всего 4,8%.

Эпидемиологическая характеристика заболеваемости ветряной оспой. Ветряная оспа – инфекционное заболевание, вызываемое вирусом *Varicella Zoster* семейства *Herpesviridae*. Ветряная оспа, или «ветрянка», является высококонтагиозным заболеванием, которое встречается во всем мире. Ее эпидемия имеет явные сезонные и региональные особенности, и почти каждый человек подвержен ей. Чаще встречается у детей.

В 2010-2015 гг. в городском округе было зарегистрировано 14750 случаев заболеваний ветряной оспой. В целом отмечается тенденция к снижению уровня заболеваемости: с 3500 случаев на 100000 человек (в 2010 г.) до 1900 случаев на 100000 человек (в 2015 г.).

Анализ распределения заболеваемости по сезонам года показал, что пики заболеваемости населения ветряной оспой приходятся на май-июнь и ноябрь-декабрь, что хорошо согласуется с данными по заболеваемости ветряной оспой во многих других районах Китая.

Анализ заболеваемости по возрастным группам показал, что ее наивысший уровень отмечается среди детей 5-летнего возраста и имеет тенденцию к снижению в этой группе (с 37,5 случаев в 2010 г. до 27,5 случаев в 2015 г.). Уровень заболеваемости детей 10-летнего возраста несколько вырос с 2010 по 2015 гг. (с 18,5 случаев до 24 случаев соответственно). С увеличением возраста отмечается значительный спад заболеваемости в связи с формированием в большинстве случаев пожизненного иммунитета. Таким образом, на детей 5-летнего возраста пришлось 33,27% всех случаев заболеваний ветряной оспой, а на 10-летних – 20,5% всех случаев.

Среди мужчин заболеваемость выше, чем среди женщин, и к 2015 г. соотношение заболеваемости мужчин и женщин составило 1,27:1.

3.3. Анализ влияния урбанизационных процессов на заболеваемость населения

3.3.1. 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 населения сельских районов и заболеваемостью хроническими заболеваниями составил 0,04, что говорит об отсутствии связи между этими показателями. 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. Харбин – плотно заселённый город (рисунок 3.50)



Рисунок 3.50 – В центре Харбина (Фото Т. Трифионовой)

Проведенный корреляционный анализ между значениями численности городского и сельского населения и значениями хронических нозологий позволил установить ряд зависимостей (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Результаты корреляционного анализа между значениями численности городского и сельского населения и значениями хронических нозологий

Нозология	Сельские жители	Городские жители
Гипертония	0,08	0,88
ИБС	-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	0,018
Болезни эндокринной системы	-0,75	0,45
Болезни мочеполовой системы	-0,66	0,52

Рост численности городского населения сопровождается ростом значений заболеваемости по многим рассматриваемым нами нозологиям. Отдельно обращает на себя внимание рост числа психических расстройств на фоне роста городского населения. Причины здесь не всегда очевидны: во-первых, с одной стороны, в урбанизированной среде многие виды деятельности, особенно в сфере обслуживания, связаны с интенсивным и продолжительным общением между людьми, что предъявляет высокие требования к их эмоциональной устойчивости. Во-вторых, исследования специалистов показывают, что у лиц с табачной зависимостью наряду с синдромом патологического влечения к курению табака и синдромом отмены в 60% случаев диагностируются пограничные психические расстройства. В-третьих, хотя работы, посвященные роли воздушных токсикантов на психические расстройства еще немногочисленны, но исследования все чаще демонстрируют влияние грязного воздуха на психические заболевания и показывают, что даже кратковременное воздействие загрязненного воздуха может

быть связано с повышенным риском психических расстройств, таких как депрессия и шизофрения, которые могут начаться уже в детстве.

Между динамикой численности сельского населения и заболеваемостью, статистически значимых высоких корреляционных зависимостей не выявлено.

Коэффициент корреляции между общей численностью населения и заболеваемостью злокачественными новообразованиями составил 0,71. Обращаем внимание на высокую отрицательную зависимость от численности сельского населения (-0,87), и соответственно на положительную в отношении численности городского (0,87). Данный фактор можно попробовать объяснить, как негативным влиянием города на здоровье, так и качеством медицинской диагностики в городе.

Значения корреляционных связей между численностью населения и заболеваемостью инфекционными болезнями для городских жителей по сравнению с сельскими ниже, но отличия как правило статистически не достоверны.

Корреляционная связь между численностью населения заболеваемостью гепатитом А отрицательная слабая (-0,07) как для сельских жителей, так и для городских жителей (-0,33).

Отличия в силе связи между численностью населения и заболеваемостью разных возрастных групп гепатитом А для городских и деревенских жителей статистически не достоверны.

Сила корреляционной связи между численностью населения и заболеваемостью свинкой низкая (0,31) для городских жителей и средняя (0,55) для сельских.

Показатель корреляции между численностью населения и его заболеваемостью ветряной оспой одинаково слабая для городских (0,02) и сельских (0,03) жителей.

Высокие положительные корреляционные зависимости выявлены между численностью населения и заболеваемостью детей до 10 лет. Причем для сельских детей значения коэффициентов корреляции значительно выше (0,92 против 0,52).

Между заболеваемостью краснухой, коклюшем и численностью населения в городе и сельской местности, положительных корреляционных зависимостей выявлено не было.

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. Вместе с тем, возможно это связано с улучшением работы системы здравоохранения в городской агломерации, и в частности, диагностики патологий.

3.4. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор риска здоровью населения

3.4.1. Анализ состояния и динамики техногенного загрязнения атмосферного воздуха в различных провинциях Китая

В настоящее время многие города и целые провинции Китая сталкиваются с растущими серьезными проблемами качества воздуха. Загрязнители атмосферы в основном состоят из твердых частиц, что является ключевым фактором, приводящим к неблагоприятному воздействию на здоровье человека. Для сравнительного анализа экологического состояния окружающей среды в Харбине вначале мы провели анализ загрязнения атмосферного воздуха в различных регионах КНР.

Были проанализированы пространственно-временные изменения концентраций $PM_{2.5}$, PM_{10} , SO_2 , CO , NO_2 и индекса качества воздуха в городах Китая с 2015 по 2019 год. В настоящее время наиболее опасными загрязнителями воздуха признаны пылевые частицы. Установлено, что, когда размер частиц менее 2,5 мкм, они могут как проникать, так и достигать конца бронха, тем самым нарушая газообмен в легких. Когда размер частиц менее 1 мкм, они могут проникать даже в альвеолы и попадать в кровообращение организма человека,

проходя через другие органы и воздействуя на них. Поэтому мелкие частицы более вредны для здоровья человека, чем более крупные. С этих позиций мониторингу пылевых частиц ($PM_{2.5}$ и PM_{10}) уделяется особо пристальное внимание.

Китай был разделен на 11 регионов:

Северный регион включает Пекин, Тяньцзинь, Хэбэй, Шаньдун, Шаньси и Хэнань;

Восточный регион (дельта реки Янцзы) включает Цзянсу, Чжэцзян и Фуцзянь;

Центральный регион включает Аньхой, Хубэй, Хунань и Цзянси; Южный регион (дельта Жемчужной реки) включает в себя провинции Гуандун, Гуанси и Хайнань;

Бассейн реки Вэйхэ включает в себя провинции Шань Си, Ганьсу и Нинся;

Северо-восточный Китай включает провинции Хэйлуцзян, Цзилинь и Ляонин); городская агломерация Харбин находится в данном регионе.

Другие регионы включают в себя провинции Синьцзян, Сычуаньский бассейн, Внутреннюю Монголию, Цинхай-Тибет, Юнгуй (Юньнань, Гуйчжоу).

Методика обработки результатов представлена на стр. 52–53.

Содержание загрязняющих веществ в атмосфере различных регионов Китая.

$PM_{2.5}$. С 2015 по 2019 год в целом по стране среднегодовое значение и среднегодовая медиана $PM_{2.5}$ составили 42,7 мкг/м³ и 41,0 мкг/м³, соответственно.

Среднегодовое значение $PM_{2.5}$ по стране (42,7 мкг/м³).

Установлено, что Северный регион имеет самые высокие среднегодовые значения $PM_{2.5}$ - 58,2 мкг/м³. Среднее значение $PM_{2.5}$ в Северном регионе было на 36% выше, чем среднее значение $PM_{2.5}$ по стране. Баодин (80,7 мкг/м³), Синтай (79,1 мкг/м³), Лайву (79,0 мкг/м³) и Аньян (78,5 мкг/м³), расположенные в Северном регионе, являются городами с самым высоким среднегодовым уровнем $PM_{2.5}$.

В бассейне реки Вэйхэ, Восточном регионе, Сычуаньском бассейне и Северо-восточном регионе ($38,4 \text{ мкг/м}^3$) средняя концентрация частиц $\text{PM}_{2.5}$ ниже среднегодового значения по стране ($42,7 \text{ мкг/м}^3$); внутренняя Монголия, Южная, Цинхай-Тибет имеют более низкие средние концентрации по сравнению со средним значением по стране; и Юнгуэй имеет самую низкую среднегодовую концентрацию ($25,9 \text{ мкг/м}^3$), что на 39% ниже среднегодового показателя по стране. В Южном регионе – города с самыми низкими среднегодовыми показателями.

PM_{10} . Среднегодовой показатель частиц PM_{10} по стране составил $78,6 \text{ мкг/м}^3$. В Синьцзяне ($136,8 \text{ мкг/м}^3$), Северном регионе ($107,2 \text{ мкг/м}^3$) и бассейне реки Вэйхэ ($92,0 \text{ мкг/м}^3$) зафиксированы самые высокие среднегодовые концентрации с 2015 по 2019 год. Городами с самой высокой среднегодовой концентрацией были Хэйтянь ($341,8 \text{ мкг/м}^3$) и Каши ($310,2 \text{ мкг/м}^3$) в Синьцзяне.

В Северо-Восточном регионе, где расположен Харбин, этот показатель немного ниже ($67,3 \text{ мкг/м}^3$), но гораздо выше, чем, например, в Южном регионе и Юнгуе, где он находится в пределах $46\text{--}50 \text{ мкг/м}^3$.

Индекс качества воздуха. За данный период (2015–2019) среднегодовой индекс качества воздуха составил 72,9: Синьцзян (101,4), Северный регион (94,5), бассейн реки Вэйхэ (78,7) и Центральный регион (73,1) были регионами с самым высоким среднегодовым показателем.

Синтай (119,2), Баодин (118,7), Аньян (118,5), Ханьдань (118,2) и Шицзячжуан (116,6) стали городами с самым высоким среднегодовым показателем в Северном регионе.

Северо-восточный регион и агломерация Харбина в этом ряду расположился на позиции 66,9, при этом города с наиболее низким среднегодовым значением находятся в южном регионе со значениями от 33 до 50.

Урбанизация играет большую, при этом, негативную роль в определении качества воздуха в китайских городах. Численность населения, уровень урбанизации, плотность автомобильного движения и доля вторичной промышленности оказывают значительное влияние на качество воздуха.

SO₂. Среднегодовое значение SO₂ по стране составляло 17,8 мкг/м³. Северный регион (26,9 мкг/м³), Внутренняя Монголия (20,8 мкг/м³), Северо-Восточный регион (50,4 мкг/м³), и бассейн реки Вэйхэ (20,2 мкг/м³) – регионы с самыми высокими среднегодовыми значениями. Значение в Северном регионе было на 51% выше, чем среднегодовое значение по стране.

CO. Среднегодовое значение CO по стране составило 0,93 мг/м³. Северный регион (1,17 мг/м³), Синьцзян (1,14 мг/м³), Центральный регион (0,96 мг/м³) и бассейн реки Вэйхэ (0,93 мг/м³) стали регионами с наиболее высоким среднегодовым значением уровня CO. Уровень CO в Северном регионе было на 26% выше среднегодового значения по стране.

Северо-восточный и Южный (0,86 мг/м³), Восточный регионы (0,82 мг/м³), Сычуаньский бассейн (0,81 мг/м³) и Цинхай-Тибет (0,81 мг/м³) демонстрируют более низкие значения по сравнению с среднегодовыми значениями по стране (0,93 мг/м³);

NO₂. Среднегодовое значение NO₂ по стране составило 28,4 мкг/м³, с региональной точки зрения, Северный регион (36,6 мкг/м³), бассейн реки Вэйхэ (29,6 мкг/м³) и Восточный регион (32,7 мкг/м³) были регионами с наиболее высоким среднегодовым значением.

Значение в Северном регионе было на 26% выше, чем среднегодовое значение по стране. Таншань (55,9 мкг/м³) и Синтай (53,2 мкг/м³) в Северном регионе являются городами с самым высоким среднегодовым уровнем в стране. Сиань (50,0 мкг/м³) в бассейне реки Вэйхэ и Хучжоу (49,3 мкг/м³) и Сучжоу (46,2 мкг/м³)

Таким образом, агломерация Харбина, входящая в северо-восточный регион отличается наиболее высокими среднегодовыми значениями NO₂.

Быстрое развитие загрязняющих отраслей промышленности наряду с движением «Go West» и слабым контролем выбросов способствовало более высоким темпам роста содержания диоксида азота (NO₂) в Западном регионе в по сравнению с Юго-Западным, Северным, Восточным и Южным регионами.

Значения в Северо-Восточном регионе (25,3 мкг/м³), Внутренней Монголии (23,8 мкг/м³) и Южном регионе (22,9 мкг/м³) ниже среднегодовых значений по стране. Чэнду (45,0 мкг/м³) имеет самый высокий среднегодовой показатель в Сычуаньском бассейне, Юнгуэй (17,7 мкг/м³) и Цинхай-Тибет (19,6 мкг/м³) имеют самый низкий среднегодовой показатель, Лицзян (11,3 мкг/м³) в Юнгуе и Линьчжи в Цинхай-Тибете – города с наиболее низким среднегодовым значением.

Мы обнаружили, что NO₂ показывает различную тенденцию в городах одного и того же региона. Концентрация в некоторых городах увеличилась, в то время как концентрация в соседних городах уменьшилась, хотя они находятся в одном регионе. Тенденция пространственной неоднородности содержания диоксида азота может быть частично обусловлена его относительно коротким сроком существования.

Среднегодовое значение SO₂ в Северо-Восточном регионе (Харбин) составило 20,5 мкг/м³, превышая среднее по стране (17,8 мкг/м³), таким образом, по показателям загрязнения воздуха диоксидом серы – это регион с самыми высокими среднегодовыми значениями.

Уровень загрязнения воздуха диоксидом азота в провинции Хэйлуунцзян за 4 года снизилось всего на 6%, что говорит о том, что этот загрязнитель интенсивно поступает в окружающую среду. Все загрязнители имеют техногенное происхождение.

Изменение концентраций загрязняющих веществ в атмосфере Китая.

PM_{2,5}. В национальном масштабе среднегодовое относительное изменение концентраций PM_{2,5} составило -7,4%, при этом среднегодовое относительное изменение было отрицательным у 93% городов. Среднегодовое значение в 2019 году было на 27,9% ниже, чем в 2015 году (рис. 3.52). По сравнению с 2015 годом, среднегодовое значение в 2019 году снизилось для 350 городов. Количество городов, в которых содержание частиц PM_{2,5} соответствует рекомендациям ВОЗ по качеству воздуха (среднегодовое значение 0–10 мкг/м³), увеличилось с 0 в 2015 г. до 3 в 2019 году. Число городов, в которых содержание частиц PM_{2,5} достигло целевого показателя 1 переходного периода ВОЗ (среднегодовое значение 25–35

мкг/м³), увеличилось с 53 в 2015 году до 119 в 2019 году. По сравнению с 2017 годом, стало больше городов, соответствующим руководящим принципам ВОЗ и задаче 1 ВОЗ переходного периода (ежегодное значение 25–35 мкг/м³). С момента реализации «Плана действий» среднегодовое значение взвешенного по населению национального показателя содержания частиц PM_{2.5} снизилось на 21,5%, с 60,5 мкг/м³ в 2013 году до 47,5 мкг/м³ в 2015 году.

С региональной точки зрения, относительное изменение среднегодового (медианного) значения частиц PM_{2.5} во всех регионах с 2015 по 2019 год было отрицательным (рисунок 3.51). Цинхай-Тибет (-16,3%), Внутренняя Монголия (-9,9%), Северо-Восточный регион (-8,7%), Восточный регион (-8,4%) и Сычуаньский бассейн (-7,5%) стали регионами с быстрым снижением частиц PM_{2.5}.

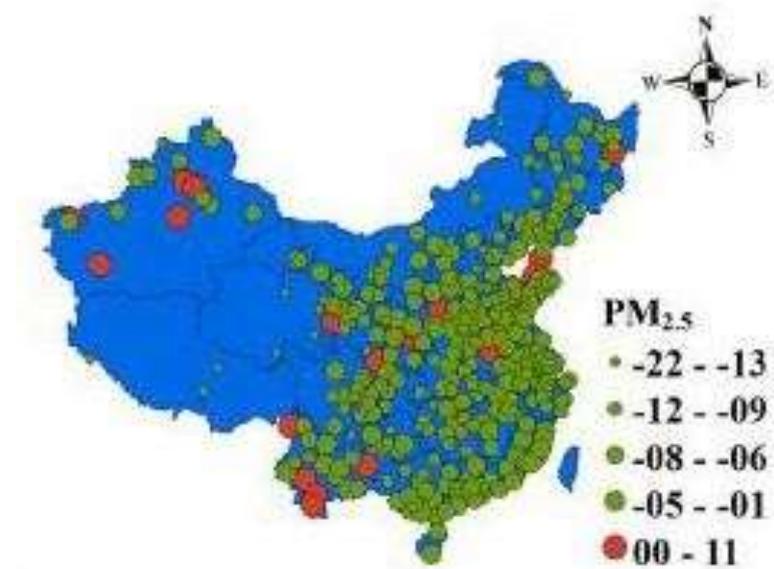


Рисунок 3.51 – Динамика изменения концентраций PM_{2.5} (%) в Китае

Бассейн реки Вэйхэ (-7,3%), Северный регион (-7,0%), Центральный регион (-6,8%) и Южный регион (-6,5%) демонстрируют несколько меньшие уровни в динамике загрязнения по сравнению с относительным изменением в национальном масштабе. Юнгуй имеет второе место по относительному изменению (-4,9%), поскольку в этом регионе наиболее низкая концентрация в стране, и возможностей для ее снижения практически не существует. Синьцзян

демонстрирует наиболее низкое относительное изменение (-3,0%), что на 59% ниже, чем относительное изменение по стране, однако в Синьцзяне наблюдается вторая по величине концентрация в стране. Район Синьцзян характеризуется высоким уровнем загрязнения и низким уровнем благоустройства. По крайней мере, частично это связано с естественными источниками частиц PM_{10} , такими как пыль. На высокую концентрацию $PM_{2.5}$ в основном оказывают влияние песок и пыль на северо-западе Китая и деятельность человека в восточном регионе. В западном Китае частицы пыли играют важное значение для формирования частиц $PM_{2.5}$, и текущая стратегия контроля $PM_{2.5}$ лишь частично снизит загрязнение $PM_{2.5}$ западного региона. При реализации «Плана действий», выбросы SO_2 , NO_x и $PM_{2.5}$ снизятся на 40%, 44% и 40% в 2020 году по сравнению с уровнем 2012 года в городе Цзин-Цзинь-Цзи, соответственно.

PM_{10} . В национальном масштабе среднегодовое относительное изменение концентраций в воздухе PM_{10} составило -5,9%. Среднегодовое значение содержания частиц PM_{10} непрерывно снижалось из года в год. Среднегодовое значение в 2019 году было на 23,8% ниже, чем в 2015 году. По сравнению с 2015 годом среднегодовое значение в 349 городах снизилось в 2019 году (рисунок 3.52).

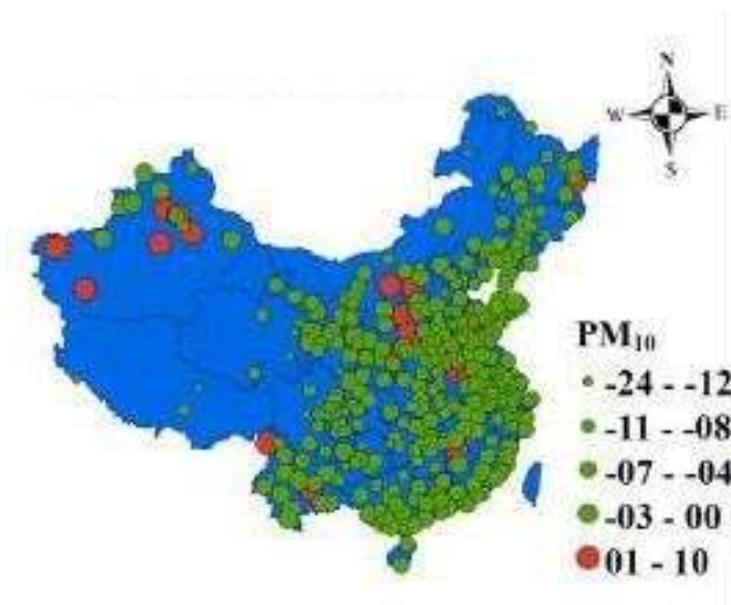


Рисунок 3.52 – Динамика изменения концентраций PM_{10} в Китае (%)

Количество городов, в которых содержание частиц PM_{10} соответствует рекомендациям ВОЗ по качеству воздуха (среднегодовое значение 20 мкг/м^3), увеличилось с 0 в 2015 году до 3 в 2019 году; количество городов, в которых PM_{10} достигает цели 3 переходного периода ВОЗ (среднегодовое значение $20\text{--}30 \text{ мкг/м}^3$), увеличилось с 1 в 2015 году до 8 в 2019 году; количество городов, в которых PM_{10} достигает цели 1 переходного периода ВОЗ (среднегодовое значение $< 70 \text{ мкг/м}^3$), увеличилось с 117 в 2015 году до 229 в 2019 году.

С региональной точки зрения, относительное изменение среднегодового (медианного) значения PM_{10} во всех регионах с 2015 по 2019 год было отрицательным. Цинхай-Тибет (-14,1%), Сычуаньский бассейн (-9,1%), Внутренняя Монголия (-7,3%), Северо-Восточный регион (-7,0%) и Восточный регион (-6,8%) – провинции с быстрым снижением. Южный регион демонстрирует наиболее низкое относительное изменение (-4,8%), поскольку здесь самая низкая концентрация в стране и, следовательно, нет больших возможностей для снижения. Провинция Синьцзян имеет самое низкое относительное изменение (-0,7%), что на 88% ниже, чем относительного изменения в национальном масштабе, но в Синьцзяне наблюдается самая высокая концентрация по стране. Синьцзян характеризуется высоким уровнем загрязнения и низким уровнем благоустройства.

С 2015 по 2019 год относительные изменения в трех основных экономических поясах Северного, Восточного (дельта реки Янцзы) и Южного регионов (дельта реки Жемчужной) составили -20,5%, -25,2% и -18,9% соответственно. Пекин, Шанхай, Гуанчжоу и Шэньчжэнь имеют значения -11,0%, -10,3%, -5,1% и -4,5%, соответственно. Ни один город не превысил национальное относительное изменение -23,8%.

Индекс качества воздуха. В национальном масштабе среднегодовое относительное изменение составило 5,3%, а среднегодовое относительное изменение в 96% городов было отрицательным. Среднегодовой показатель индекса качества воздуха (AQI) непрерывно снижался из года в год.

Среднегодовое значение в 2019 году было на 20,5% ниже, чем в 2015 году.

Среднегодовое значение в 349 городах снизилось в 2019 году (рисунок 3.53).

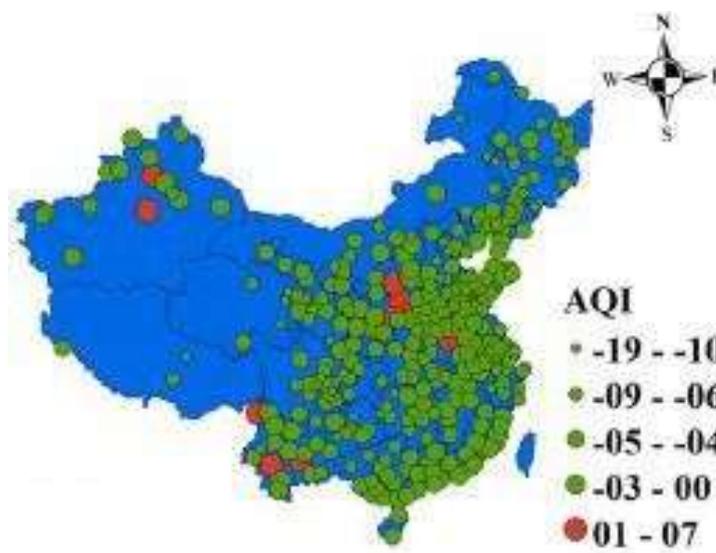


Рисунок 3.53 – Динамика изменения индекса загрязнения воздуха в Китае

С региональной точки зрения, относительное изменение среднегодового (медианного) индекса качества воздуха AQI во всех регионах с 2015 по 2019 год было отрицательным. Провинция Цинхай-Тибет (-9,4%), Сычуаньский бассейн (-6,9%), Внутренняя Монголия (-6,7%), Северо-Восточный регион (-6,6%) и Восточный регион (-6,3%) стали регионами с быстрым снижением (отсортированными по относительному изменению). Значение в Цинхай-Тибете было на 74% выше, чем относительное изменение в национальном масштабе.

В провинции Юнгуэй наблюдается самое низкое относительное изменение (-4,1%), поскольку здесь самая низкая концентрация загрязнителей атмосферного воздуха в стране, и возможностей для снижения практически не существует. В регионе Синьцзян наблюдается наиболее низкое относительное изменение (-2,1%), что на 60% ниже, чем относительное изменение в национальном масштабе.

SO₂. В национальном масштабе среднегодовое относительное изменение составило -16,3%, а среднегодовое относительное изменение было отрицательным в 96% городов. Среднегодовое значение SO₂ непрерывно снижалось из года в год. Среднегодовое значение в 2019 году было на 51,2% ниже, чем в 2015 году. По

сравнению с 2015 годом в 2019 году среднее годовое значение в 354 городах снизилось (рисунок 3.54) количество городов, где SO_2 соответствует пределу уровня 1 стандарта качества окружающего воздуха Китая (GB 3095-2012) (среднегодовое значение $0-20 \text{ мкг/м}^3$) выросло с 157 в 2015 году до 342 в 2019 году.

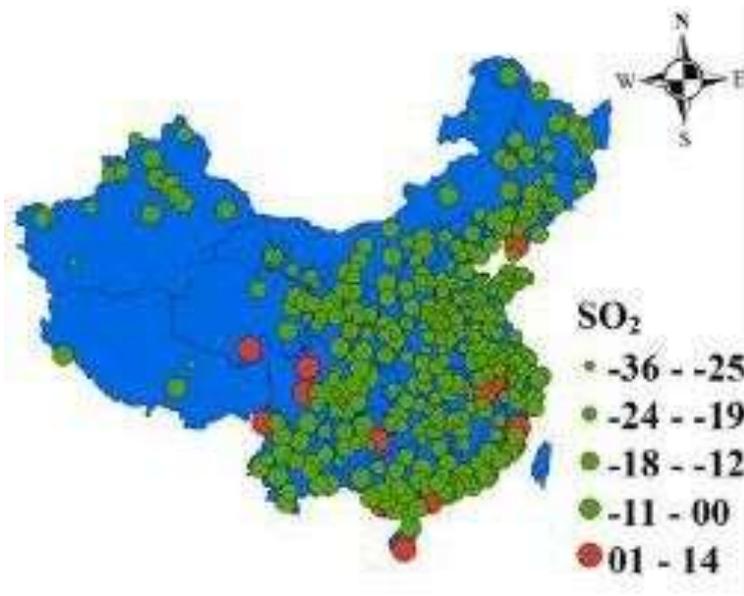


Рисунок 3.54 – Динамика концентраций SO_2 в Китае

С региональной точки зрения, среднегодовые относительные изменения среднего значения (медианы) во всех регионах с 2015 по 2019 год были отрицательными. В Северном (-21,8%), Центральном (-17,8%), Восточном (-17,5%) и Северо-Восточном регионах (-16,8%) наблюдалось быстрое снижение (отсортировано по относительному изменению).

Изменение в Северном регионе было на 34% выше, чем среднегодовое относительное изменение по стране.

В бассейне реки Вэйхэ (-16,0%), Внутренней Монголии (-14,3%), Сычуаньском бассейне (-13,5%) и Синьцзяне (-13,3%) наблюдались немного меньшие значения по сравнению с относительным значением в национальном масштабе (-16,3%). В регионах Юнгуэй (-12,5%), Цинхай-Тибет (-11,8%) и Южный регион (-8,9%) наблюдались самые низкие относительные изменения, так как в этих регионах возможности для снижения практически не существует. По сравнению с другими загрязнителями, видно, что уровень SO_2 во всех регионах

страны значительно снизился, минимальное значение также составляет -8,9%, и показатели всех регионов значительно улучшились.

С 2015 по 2019 год относительные изменения в трех основных экономических поясах в Северном регионе, дельте реки Янцзы и дельте Жемчужной реки составили -63,9%, -54,5% и -32,2% соответственно.

СО. В национальном масштабе среднегодовое относительное изменение составило -6,7%. Среднегодовое относительное изменение было отрицательным в 91% городов. Среднегодовое значение СО непрерывно снижалось из года в год (рисунок 3.55). Количество городов, где СО соответствует уровню 1 стандарта качества окружающего воздуха Китая (GB 3095-2012) (среднегодовое значение 0-40 мкг/м³), увеличилось с 180 в 2015 году до 328 в 2019 году.

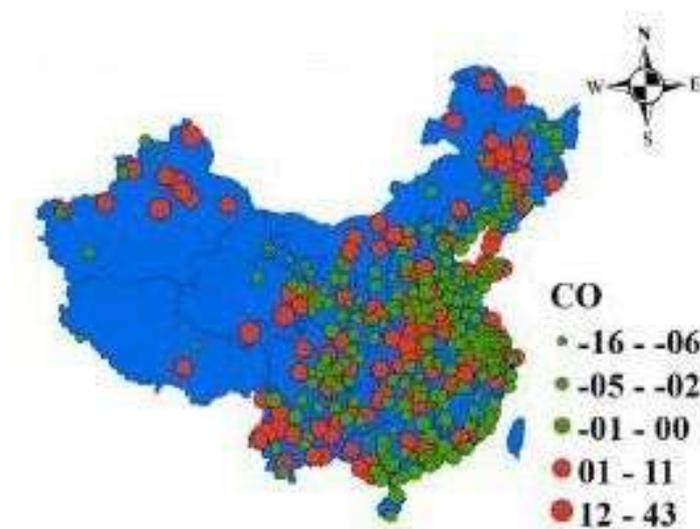


Рисунок 3.55 – Динамика концентраций СО в Китае

С региональной точки зрения, среднегодовые относительные изменения средних (медианных) значений во всех регионах с 2015 по 2019 год были отрицательными. Бассейн реки Вэйхэ (-10,6%), Северный регион (-9,2%), Синьцзян (-8,5%), Внутренняя Монголия (-8,3%) и Северо-Восточный регион (-6,8%) были регионами с быстрым снижением (отсортированы по относительным изменениям). С 2015 по 2019 год относительные изменения в трех основных экономических поясах Северного региона, дельты реки Янцзы и дельты Жемчужной реки составили -32,0%, -21,8% и -19,5%, соответственно.

NO_2 . В настоящее время известно, что существует нелинейная связь между тонкодисперсными твердыми частицами $PM_{2.5}$ и прекурсором диоксида азота NO_2 . Влияние ужесточения стандартов выбросов автотранспорта на улучшение качества воздуха в стране сдерживается сложной нелинейной реакцией концентрации частиц $PM_{2.5}$ на выбросы NO_x .

В национальном масштабе среднегодовое относительное изменение составило всего -2,5%, и только в 76% городов среднегодовое относительное изменение было отрицательным с 2015 по 2019 год (рисунок 3.56).

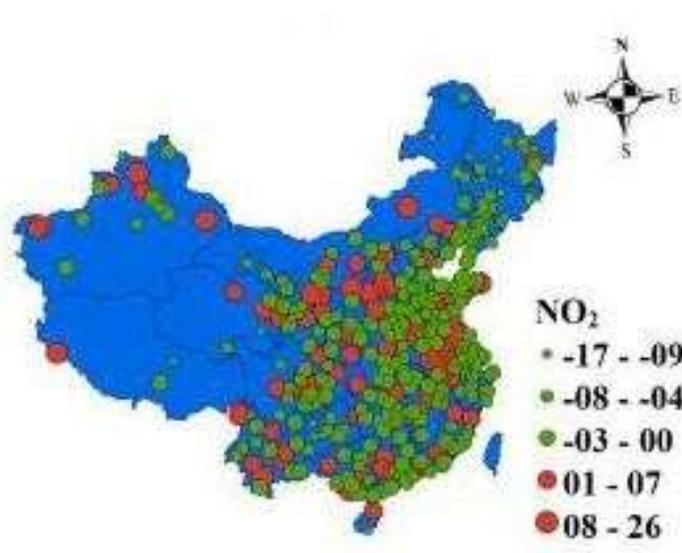


Рисунок 3.56 – Динамика изменения концентраций NO_2 в Китае (%)

С 2017 по 2019 год, по сравнению с 2015 по 2017 годами, содержание NO_2 в Китае не демонстрировало тенденцию к снижению; среднегодовые (среднегодовые медианные) значения NO_2 в 2015, 2016 и 2017 годах составляли 29,2 мкг/м³ (28,4 мкг/м³), 29,4 мкг/м³ (28,4 мкг/м³) и 30,3 мкг/м³ (29,2 мкг/м³) соответственно, что свидетельствует о том, что ситуация с уровнем загрязнения NO_2 не изменилась к лучшему с 2015 по 2017 год. Число городов, где NO_2 соответствует уровню 1 стандарта качества окружающего воздуха Китая (GB 3095-2012) (среднегодовое значение <40 мкг/м³), выросло с 294 в 2015 году до 338 в 2019 году.

С региональной точки зрения, среднегодовые относительные изменения среднего (медианного) показателя в регионах с 2015 по 2019 год были отрицательными. В Северо-Восточном (всего -6,2%) и Восточном (всего -3,8%)

регионах наблюдается быстрое снижение. Значение в Северо-Восточном регионе было на 148% выше, чем среднегодовое относительное изменение в национальном масштабе. Сонюань (-15,1%) и Суйхуа (-13,6%) в Северо-Восточном регионе и Шаосин (-12,7%) и Цюйчжоу (-10,0%) в Восточном регионе – города с самым быстрым снижением содержания NO_2 .

Северный регион (-2,5%) и Внутренняя Монголия (-2,5%) равны по среднегодовому относительному изменению по стране. В регионах Юнгуй (-1,9%), Сычуаньский бассейн (-1,6%), Центральный регион (-1,5%), Южный регион (-1,5%) и Цинхай-Тибет (-1,4%) наблюдаются более низкие значения по сравнению со среднегодовым относительным изменением по стране (-2,5%). В Синьцзяне отмечается положительное среднегодовое относительное изменение (+0,7%), потому что для городского округа Хами (+20,7%) в Синьцзяне характерны наиболее высокие темпы роста. Однако, в сравнении с ситуацией по стране, для Синьцзяна характерна высокая концентрация содержания NO_2 .

В период с 2015 по 2019 гг. относительные изменения в трех основных экономических поясах в Северном, Восточном (дельта реки Янцзы) и Южном (дельта реки Жемчужной) регионах составили -9,9%, -15,6% и -7,3% соответственно.

Таким образом констатируем, что в Китайской народной республике среднегодовые концентрации $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} и NO_2 в атмосферном воздухе по всем регионам значительно превышают рекомендуемые ВОЗ. При этом, по последним научным данным, не существует минимального порога загрязненности тонкодисперсными частицами, который бы не оказывал влияния на здоровье населения.

Наши исследования показали, что загрязнение воздушного бассейна токсичными веществами во многих городах и провинциях Китая за промежуток с 2015 по 2017 гг. является достаточно сильным (таблица 3.2.). Северная и Северо-

Восточная провинции, где расположен г. Харбин имеют высокие среднегодовые значения $PM_{2.5}$ – от 38 до 58 $мкг/м^3$ (таблица 3.2).

Таблица 3.2. – Среднегодовые значения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе КНР, $мкг/м^3$

	$PM_{2.5}$	PM_{10}	ИКВ	SO_2	CO	NO_2
Северный регион	58,2	107,2	94,5	26,9	1170	36,6
Восточный регион	40,2	68,0	67,5	13,3	820	32,7
Центральный регион	46,6	75,6	73,1	15,8	960	27,4
Южный регион	31,4	50,4	52,4	11,3	860	22,9
бассейн реки Вэйхэ	41,1	92,0	78,7	20,2	930	29,6
Синьцзян	52,5	136,8	101,4	13,0	1140	27,1
Сычуаньский бассейн	40,1	66,0	65,6	13,4	810	28,1
Внутренняя Монголия	31,8	75,0	67,5	20,8	770	23,8
Цинхай-Тибет	29,6	68,5	63,6	16,0	810	19,6
Юнгуь	25,9	46,2	47,9	13,3	760	17,7
Северо-восточный Китай	38,4	67,3	66,9	20,5	860	25,3
Уровень, рекомендуемый ВОЗ	5	15	–	–	–	10

Ключевое достоинство «Плана действий по предотвращению и контролю загрязнения воздуха» (APPCAP) заключается в демонстрации способности Китая контролировать загрязнение воздуха. Однако усилия по контролю выбросов O_3 и NO_2 требуют дополнительного внимания и должны быть усилены, так как среднегодовые концентрации O_3 увеличились с 139 $мкг/м^3$ в 2013 году до 162,9 $мкг/м^3$ в 2017 году в 74 ключевых городах, в то время как среднегодовые концентрации NO_2 снизились только с 43,9 $мкг/м^3$ в 2013 году до 39,2 $мкг/м^3$ в 2017 году.

Факторы, способствующие снижению уровня загрязняющих веществ в воздухе.

Снижению уровней $PM_{2.5}$, SO_2 , NO_2 и CO способствовал ряд политических мер.

1. Во-первых, были усилены стандарты выбросов тепловых электростанций и всех отраслей промышленности, активно осуществляющих выбросы вредных веществ в атмосферу (таких как сталелитейная и цементная промышленность). К концу 2017 года более 95% угольных электростанций Китая были оснащены системами сероочистки дымовых газов (FGD), селективного каталитического восстановления (SCR) или селективного некаталитического восстановления (SNCR), а 71% мощностей угольных электростанций достигли стандарта «сверхнизких выбросов».

2. Были модернизированы промышленные котельные и ликвидированы малые угольные котельные. Это сыграло важную роль, поскольку крупные эксплуатационные котельные широко оснащены устройствами контроля SO_2 и твердых частиц. Ликвидация отсталых отраслей приводит к постепенному отказу от устаревших или неэффективных технологий в различных отраслях и позволяет провести структурную перестройку.

3. С 2013 по 2016 гг. в жилом секторе продвигалось экологически чистое топливо, модернизированные печи и экологически чистое топливо по всей стране. В 2017 году продолжили отстаивать важность использования природного газа и электроэнергии для замены угля, что повлияло на 6 миллионов домохозяйств по всей стране, из которых 4,8 миллиона находятся в зоне Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй и прилегающих районах. Преимущества продвижения чистых видов топлива в жилом секторе также очевидны по всей стране, а в транспортном секторе были повышены стандарты выбросов и введена обязательная ликвидация старых автомобилей, не соответствующих стандартам выбросов.

Несмотря на проводимую государством политику по снижению уровня аэрополлютантов, ежегодные концентрации по отдельным загрязняющим веществам в Харбине остаются значительно выше значений, рекомендованных ВОЗ. Как результат, число неинфекционных нозологических форм, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, продолжает расти (рисунок 3.57).

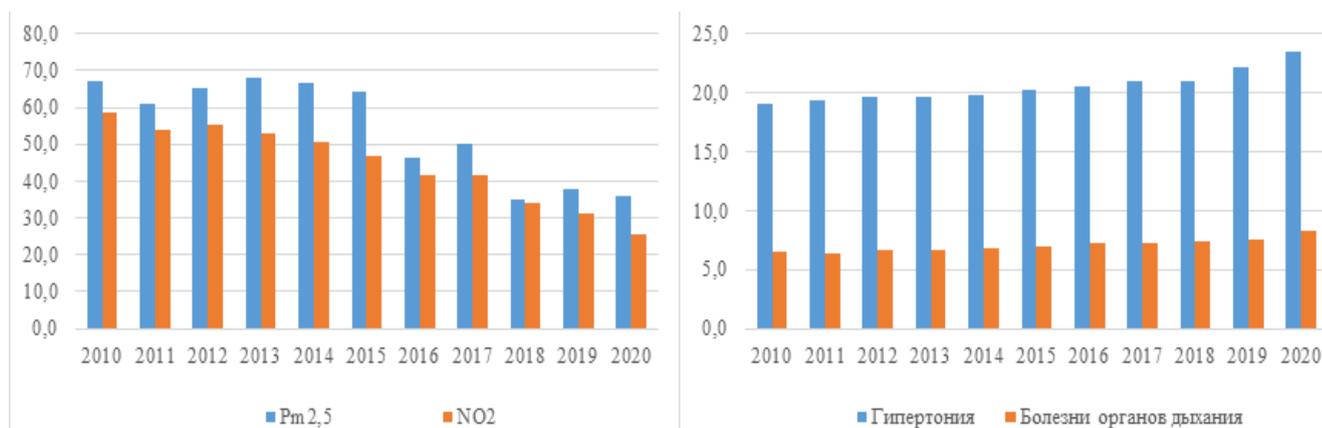


Рисунок 3.57 – Динамика заболеваемости отдельными нозологическими формами и выбросов аэрополлютантов в Харбине

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.

3.4.2. Загрязнение атмосферного воздуха и заболеваемость населения в Харбине

Провинция Хэйлунцзян относится к высокоширотному региону, поэтому зима начинается рано и обычно очень холодная. Как правило, отопление начинается в октябре, и не прекращается до апреля следующего года. В настоящее время Харбин все еще отапливается за счет сжигания угля. В течение длительного отопительного периода сжигается большое количество угля, что приведет к сильному загрязнению атмосферы и образованию серьезного смога.

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 SO₂, что

приводит к высокому уровню выбросов $PM_{2,5}$ в течение отопительного периода. В европейских и американских странах концентрация выбросов в городах составляет $0,008 \sim 0,030 \text{ мг/м}^2$, а среднегодовая концентрация в Лос-Анджелесе составляет $0,005\text{--}0,027 \text{ мг/м}^2$, что ниже национального стандарта выбросов. Согласно полученным данным, средняя концентрация выбросов Харбина в отопительный период с 2009 по 2019 год составила $0,68\text{--}0,095 \text{ мг/м}^2$, что в $0,97\text{--}1,7$ раза выше национального стандарта ($0,035 \text{ мг/м}^2$). Уровень загрязнения $PM_{2,5}$ в атмосфере Харбина намного превышает норматив. Данные показывают, что отопительный период в Харбине - это период сильного загрязнения $PM_{2,5}$. В дополнение к влиянию сжигания угля на загрязнение, влияние сухого климата Харбина также увеличит загрязнение $PM_{2,5}$.

Общее загрязнение растет год от года, начиная с 20-го века. Выбросы промышленного производства, выхлопные газы транспортных средств и т.д. наносят большой вред атмосфере. Загрязнение воздуха не только оказывает серьезное воздействие на физическое здоровье жителей Харбина, но и вызывает некоторые психические заболевания. Установлены высокие зависимости между валовыми выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и динамикой неинфекционных хронических болезней (рисунок 3.58).

Серьезное влияние на здоровье оказывают выбросы диоксида серы. График регрессии представлен на рисунке 3.59.

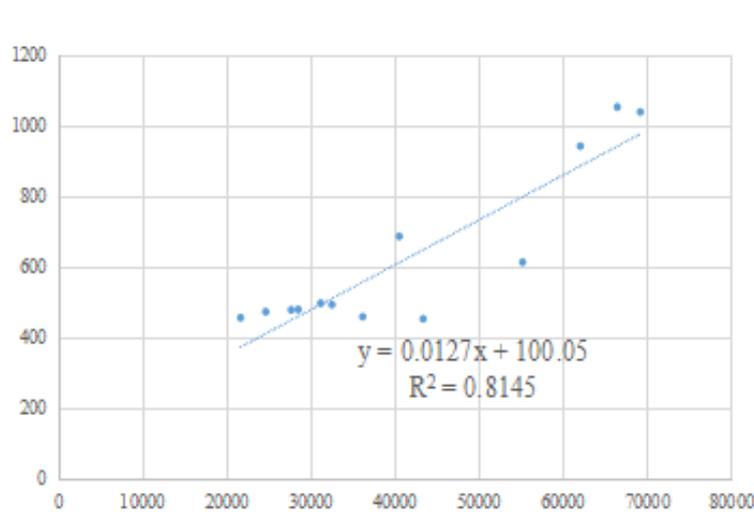


Рисунок 3.58 – График регрессии между динамикой выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и хроническими заболеваниями

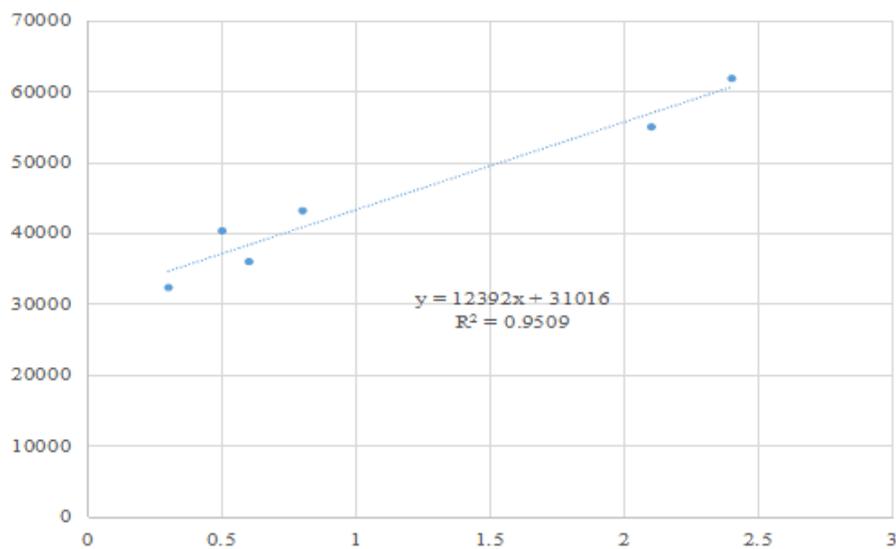


Рисунок 3.59 – График регрессии между динамикой выбросов диоксида серы в атмосферу и хроническими заболеваниями

Согласно полученным данным, начиная с 21 века, в Харбине значительно увеличилось число пациентов, страдающих респираторными, сердечно-сосудистыми, психическими и психологическими заболеваниями, а также эндокринными расстройствами.

Эндокринные заболевания все чаще регистрируются среди подростков, в то время как респираторные и сердечно-сосудистые заболевания представляют угрозу для жизни пожилых людей, особенно во время образования смога.

С каждым увеличением концентрации $PM_{2.5}$ в атмосфере на логарифмическую единицу ущерб дыхательной системе увеличивается в 1,79 раза. Наши исследования показывают, что концентрация $PM_{2.5}$ определяет частоту заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Все виды аэрополлютантов, достигающие высоких концентраций, в первую очередь вызывают респираторные заболевания. Даже в среде с низкой концентрацией загрязняющих веществ, если время воздействия слишком велико, могут возникнуть такие симптомы, как раздражение носа и горла и затрудненное

дыхание. Загрязнение воздуха, особенно для людей, которые изначально страдали респираторными заболеваниями, является более вредным.

В отопительный период с 2009 по 2011 г. воздух Харбина был серьезно загрязнен, показав значение $PM_{2,5}$. При этом уровень заболеваемости респираторными заболеваниями оказался значительно выше, чем в неотопительный. Разница статистически достоверна ($P < 0,001$). На каждые 44 $мкг/м^2$ увеличения среднесуточной концентрации $PM_{2,5}$ в 2009 году, число пациентов с респираторными заболеваниями увеличилось на 11,6%. На каждые 35 $мкг/м^2$ увеличения среднесуточной концентрации $PM_{2,5}$ в 2010 году число пациентов с респираторными заболеваниями увеличилось на 18,9%. На каждые 60 $мкг/м^2$ увеличения среднесуточной концентрации $PM_{2,5}$ в 2011 году число пациентов с респираторными заболеваниями увеличилось на 35,8%.

В этот период также наблюдалась высокая заболеваемость сердечно-сосудистыми болезнями населения (рисунок 3.60, 3.61).

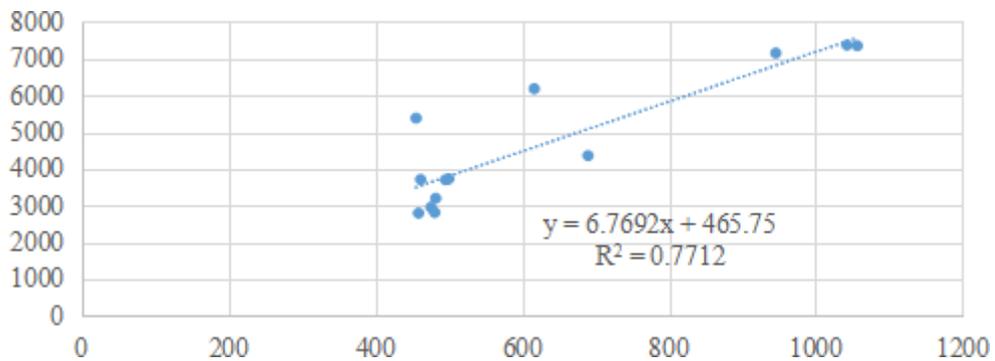


Рисунок 3.60 – График регрессии между динамикой валовых выбросов в атмосферу и заболеваемостью гипертонией

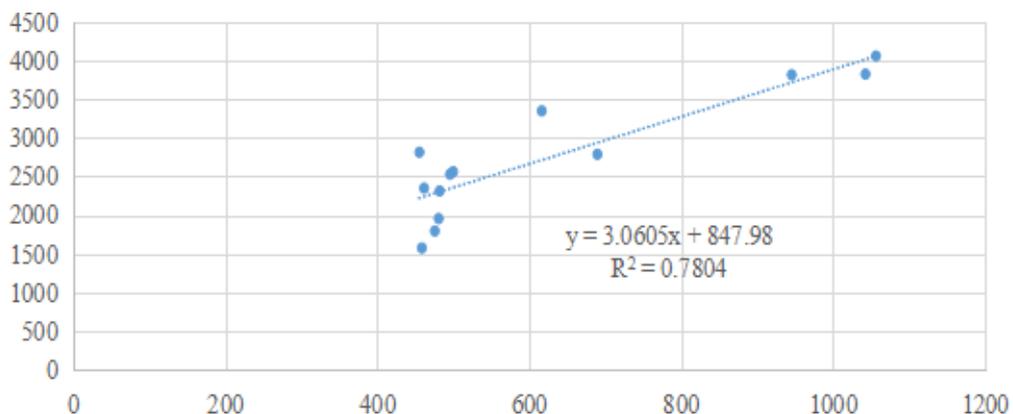


Рисунок 3.61 – График регрессии между динамикой валовых выбросов в атмосферу и заболеваемостью ишемической болезнью сердца

По данным психиатрической больницы Харбина, в 2016 году насчитывалось 1021 пациент в возрасте до 18 лет и 5370 пациентов старше 60 лет. В 2018 году насчитывалось 4 410 пациента в возрасте до 18 лет и 12 306 пациентов старше 60 лет. За три года число несовершеннолетних пациентов увеличилось более чем вдвое, а пожилые люди старше 65 лет по-прежнему являются группой с высокой частотой психических заболеваний. За три года количество посещений психиатрических центров увеличилось почти в 2,5 раза. В исследовании на пациентах с нефрон-энцефалопатией было обнаружено, что их эндокринная секреция значительно изменилась, и возникновение депрессии при этом типе состояния было значительным. Причина большинства случаев депрессии у подростков остается неясной. Однако, согласно результатам научных исследований, загрязнение качества воздуха оказывает большое влияние на психическое здоровье подростков и влияет на эндокринные расстройства у большинства пациентов.

Согласно полученным данным, число пациентов с диагнозом депрессии, поступающих в Первую специализированную больницу, по-прежнему ежегодно увеличивается на 20%, что свидетельствует о очевидной тенденции к расширению психических расстройств. В 2002 году было госпитализировано 129 человек; в 2003 году – 197 человек; в 2004 году – 207 человек, а в 2012 году число пациентов достигло 1200. С 2002 по 2012 год число пациентов увеличилось в 9 раз. И это десятилетие одновременно было этапом бурного промышленного развития Харбина.

С 2002 года жители Харбина серьезно страдают от эндокринных расстройств. С 2002 года число женщин, страдающих заболеваниями эндокринной системы увеличилось в пятнадцать раз. На рисунке 3.62 представлен график регрессии, отражающий зависимость заболеваемости сахарным диабетом от количества валовых выбросов в атмосферу.

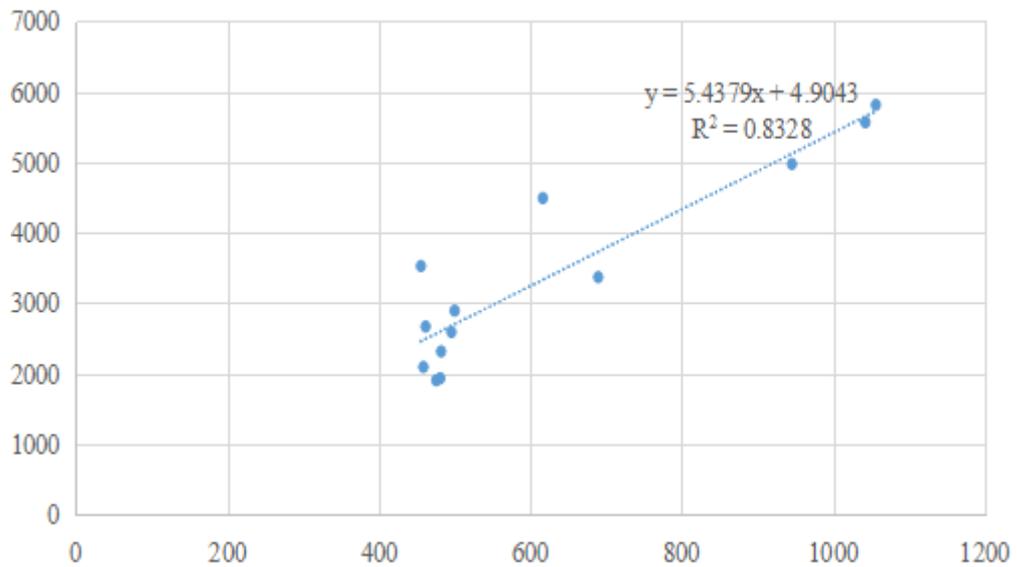


Рисунок 3.62 – График регрессии между динамикой валовых выбросов в атмосферу и заболеваемостью сахарным диабетом

Сахарный диабет относится к наследственно обусловленным заболеваниям, пусковым механизмом для развития которого могут служить различные факторы окружающей среды, в том числе и загрязнение атмосферного воздуха. Мы полагаем, что влияние загрязнённого воздуха может происходить через провоцирование воспаления, снижение уровня производства инсулина в организме и блокировку превращения глюкозы, содержащейся в крови в энергию, необходимую для организма. От загрязнения и дефицита кислорода во вдыхаемом воздухе страдает прежде всего центральная нервная система, поскольку 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 или же вовсе менять его структуру, препятствуя переносу кислорода. Это неизбежно приводит к сбою в работе гипофиза, ответственного за работу эндокринной системы, нарушению гомеостаза, следствием чего является развитие патологического процесса в виде, например, сахарного диабета 2-го типа. Т.е. этот процесс можно охарактеризовать как стресс-синдром.

Одновременно значительно увеличилось число детей с нарушениями развития или отклонениями в развитии. Согласно данным педиатрических

отделений, с 2002 по 2022 год число детских пациентов увеличилось более чем в двадцать раз.

Повышенное содержание твердых взвешенных частиц в первую очередь оказывает негативное влияние на дыхательную систему, вызывая аллергии, разрушение легочного эпителия, воспаление дыхательных путей и респираторные заболевания (астма, бронхит, пневмония, хроническая обструктивная болезнь легких). У детей также наблюдается замедление развития легких. Твердые частицы опасны для здоровья человека из-за осаждения на их поверхности других загрязняющих веществ (тяжелых металлов, полициклических ароматических углеводородов, диоксинов, фуранов, полихлордифенила).

Газообразные загрязнители, в зависимости от их растворимости в воде, всасываются в проксимальных или дистальных отделах дыхательных путей. Диоксид серы и формальдегид являются хорошо растворимыми в воде газами, поэтому они не попадают в легкие и раздражают эпителий верхних дыхательных путей. Диоксид азота плохо растворим в воде, поэтому осажается в более периферических отделах дыхательных путей.

При дальнейшем поступлении в кровеносную систему, поллютанты способны вызывать развитие сердечно-сосудистых заболеваний (аритмия, острый инфаркт миокарда, инсульт). Повышенное поступление оксида углерода (II), за счет снижения потребления кислорода, приводит к повышению содержания карбоксигемоглобина. Следствием этого является сердечная аритмия, повышенное содержание цитокинов, тромбоз.

Обеднение питания нервных клеток вследствие поступления монооксида углерода, а также нейровоспаление и нейроапоптоз, вызванные воздействием $PM_{2,5}$, приводят к хроническому воспалению клеток головного мозга, снижению активности гипофиза и гормональной системы. Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха способствует развитию заболеваний нервной системы и психических расстройств, в том числе влияя на развитие интеллекта у детей, снижение когнитивных способностей у людей всех возрастов, увеличение числа нейродегенеративных заболеваний.

3.5. Формирование комфортной городской среды и заболеваемость населения

Согласно данным, опубликованным Всемирной организацией здравоохранения, городское пространство является важным компонентом социально-экологической модели, влияющим на общественное здоровье. Соответственно, за счет оптимизации городского пространства можно снизить риск заболевания большего количества людей. Исследования факторов рисков возникновения сердечно-сосудистых заболеваний показали, что основными факторами являются: поведенческие, метаболические и экологические факторы. В сумме три данных фактора риска составляют 20,4%. Должным образом контролируя данные три фактора, можно значительно снизить проблему сердечно-сосудистых заболеваний.

Зеленые насаждения считаются одним из ключевых элементов городской среды. К ним относят землю в парках, общественных садах, учебных кампусах, игровых площадках, общественных зонах отдыха, городских площадях и любых других открытых пространствах, которая частично или полностью покрыта травой, деревьями, кустарниками или другой растительностью. Все это предоставляет жителям открытое пространство для различных видов деятельности и в значительной степени улучшает качество окружающей среды. Жизнь в непосредственной близости от природной среды имеет долгосрочные преимущества для здоровья, такие как общее снижение смертности и риска возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Уровень смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в районах с более высокой степенью экологичности среды обитания ниже. Площадь зеленых насаждений отрицательно коррелирует с частотой возникновения инсульта. Проживание рядом с зелеными насаждениями уменьшает общий уровень возникновения диабета, сердечно-сосудистых заболеваний, инсульта и повышает показатели выживаемости после инсульта.

В городах Китая общественные зеленые насаждения, будучи важным пространственным элементом, обеспечивающим ежедневное социальное

взаимодействие и уровень физической активности в условиях высокой плотности населения, имеют чрезвычайно важное значение для здоровья населения.

Особенности питания и образ жизни жителей северных городов в Китае уникальны. Как правило жители редко участвуют в общественных мероприятиях на свежем воздухе и имеют низкую физическую активность, придерживаются питания с высоким содержанием соли и имеют нарушения жирового обмена, что приводит к избыточному весу или ожирению. При понижениях температуры кровеносные сосуды сокращаются, вызывая судороги, гипоксию и увеличенную нагрузку на сердце. Многие ключевые факторы риска связаны с зимней городской средой и образом жизни жителей. В то же время медицинские исследования указывают на важность и необходимость физической активности на свежем воздухе зимой для профилактики и реабилитации сердечно-сосудистых заболеваний.

При снижении температуры в конце зимы ниже -19°C , число смертей в Харбине значительно увеличивается. 2,7% смертности происходит из-за низких температур, особенно у пациентов с ишемической болезнью сердца, которые больше всего страдают от холодовой стимуляции. В то же время Харбин переживает период быстрого развития со стареющим населением. К концу 2015 года в городе насчитывалось 1,85 миллиона пожилых людей в возрасте 60 лет и старше, что составляет 19,2% от общей численности населения. Поскольку большое количество пожилых людей находятся в группе риска, город сталкивается с очень серьезным риском сердечно-сосудистых заболеваний.

В данном разделе в качестве объекта исследования рассматривается здоровье сердечно-сосудистой системы городских жителей в Харбине на фоне сурового холодного климата, исследуется взаимосвязь между городским озеленением и сердечно-сосудистыми болезнями населения.

В исследовании приняло участие 5342 человека. Поскольку 1187 участников не смогли предоставить полную информацию о месте проживания, окончательное количество человек, участвующих в испытании составило 4155. Общая характеристика испытуемых приведена в таблице 3.3.

Среди участников доля мужчин была выше (52,3%); средний возраст составил 54,6 года. В данном исследовании в общей сложности 8,2% респондентов сообщили о недостатке физической активности. Средний показатель состояния сердечно-сосудистой системы составляет 5,60 балла.

Согласно полученным данным, характеристики застройки окружающей среды и социально-экономических жителей каждого района относительно схожи. 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 3.4).

Таблица 3.3 – Общая характеристика респондентов

Средний возраст	54.6
Количество мужчин	2174
Число людей с начальным образованием	2654
Количество людей с неполным средним школьным образованием	888
Количество людей с полным средним школьным образованием	547
Количество людей со степенью бакалавра	65
Количество человек со степенью магистра	1
Количество людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями в семье	205
Количество курящих людей	225
Количество людей с избыточным весом	727
Количество людей с нормальной физической активностью	3816
Количество людей с гипертонией	200
Количество людей с диабетом	53
Количество людей с нарушенным обменом липидов	138
Количество людей, входящих в группу риска по инсульту	430
Средний показатель состояния сердечно-сосудистой системы	5.6

Таблица 3.4. – 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)

Эти оценки могут быть интерпретированы как указывающие на то, что по сравнению с сообществами с долей зеленых насаждений более 28% респонденты в сообществах с долей зеленых насаждений менее 28% подвергаются более 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. Люди, которые живут в районах с вегетационным индексом более 15%, имеют более низкий риск гиподинамии, избыточного веса / ожирения, высокого кровяного давления и дислипидемии.

Жители районов с долей зеленых насаждений выше 28% и вегетационным индексом выше 15% имеют более высокие показатели сердечно-сосудистого здоровья.

В связи с тем, что одной из особенностей культуры Китая являются массовые занятия физической культурой и спортом на открытом воздухе, состояние атмосферы при этом имеет важное значение. Повышенное потребление кислорода вследствие физических нагрузок при благоприятном состоянии воздуха способствует улучшению ферментативного обмена, активизации

мышечной, нервной и гормональной систем, что в конечном итоге приводит к укреплению состояния здоровья населения (рисунок 3.63).



Рисунок 3.63 – Среди жителей популярны коллективные физические тренировки на свежем воздухе.

С другой стороны, физическая активность в условиях содержания загрязнителей и токсикантов во вдыхаемом воздухе приводит к нарушению работы дыхательной системы, разрушению легочного эпителия, снижению потребления кислорода, замещению его оксидами углерода в гемоглобине. Повышается содержание карбоксигемоглобина, на что быстро реагируют нервные клетки, как наиболее энергоемкие, требующие повышенного содержания кислорода. Такая ситуация объективно может приводить к нарушению гомеостаза, то есть развитию стресс-синдрома по Г. Селье [11]. Результатом этого процесса является снижение активности гормональной системы, гипофиза, который регулирует эндокринную систему. Параллельно с этим, деформация работы гипофиза может приводить к появлению нервных и психических расстройств. Наличие наследственных патологий может усугублять ситуацию. На рисунке 3.64 мы сделали попытку проанализировать возможность корреляций

между состоянием вдыхаемого воздуха и эндокринными заболеваниями, а также нарушением функционирования нервной системы.

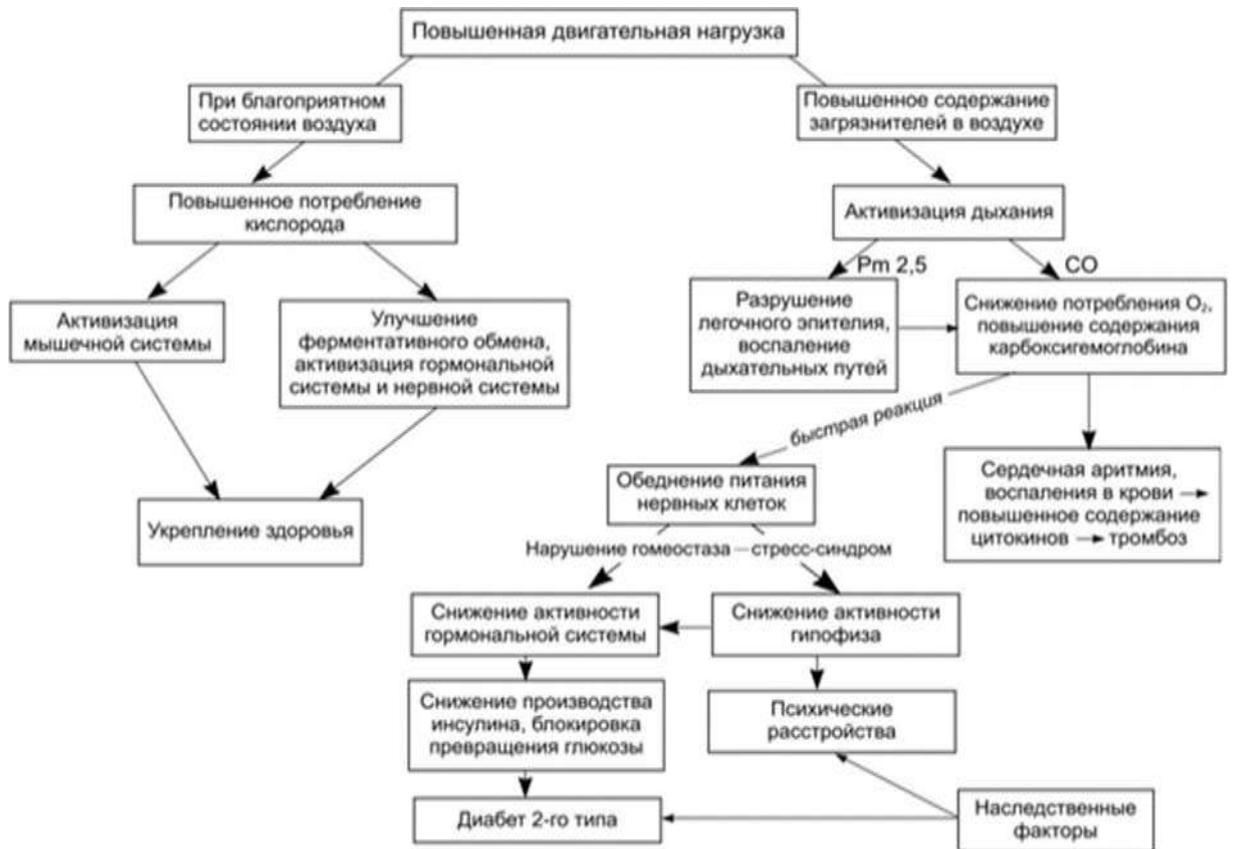


Рисунок 3.64 – Развитие стресс-синдрома на фоне загрязнения воздуха и повышенных физических нагрузок.

Кроме того, указанному процессу может способствовать повышенное поглощение токсикантов из воздуха многочисленными велосипедистами, находящимися в едином автомобильном потоке (рисунок 3.65).

Велосипедисты, в отличие от автомобилистов, являются незащищенными «поглотителями» загрязненного воздуха, создаваемым автомобильными выхлопами, содержащими оксиды азота, углеводороды, озон и атомарный кислород. Истирание шин, как автомобилей, так и велосипедов способствует повышенному содержанию углеродных микрочастиц непосредственно в автомобильном уличном потоке. К сожалению, нам не удалось обнаружить подобные научные исследования, однако, анализ таких процессов позволяет сделать этот вывод.



Рисунок 3.65 – Мопеды и велосипеды – популярные средства передвижения

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. В такой ситуации акцент следует делать на том, что физические упражнения должны обязательно проходить в условиях незагрязненного воздуха.

Результаты этого исследования показывают, что доля зеленых насаждений и вегетационный индекс связаны с риском сердечно-сосудистых заболеваний и инсульта. Коэффициент зеленых насаждений равный или меньше 28% связан с недостатком физических упражнений, избыточным весом или ожирением, высоким кровяным давлением и риском инсульта; вегетационный индекс равный или меньше 15% связан с недостатком физических упражнений, избыточным весом или ожирением, высоким кровяным давлением, дислипидемией и риском инсульта. Результаты также демонстрируют, что показатели сердечно-сосудистого здоровья респондентов в районах, где доля зеленых насаждений в жилых районах превышает 28%, а индекс зеленого ландшафта превышает 15%, были значительно выше, чем в районах, где доля зеленых насаждений в жилых районах равна или меньше 28%, а индекс зеленого ландшафта равен или меньше 15% респондентов (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Сравнение средних показателей сердечно-сосудистого здоровья респондентов с различными характеристиками здоровья

Характеристика зеленых насаждений		Средний показатель здоровья ССС	Уровень значимости
Доля зеленых насаждений	>28% (кол-во человек - 1029)	5.68	0,05
	≤ 28% (кол-во человек - 3126)	5.57	0,05
Вегетационный индекс	>15% (кол-во человек - 1487)	5.67	0,05
	≤15% (кол-во человек = 2668)	5.55	0,05

Проблема зеленых насаждений в зимних городах, заключается в том, что эффект стимуляции физической активности и влияние на экологическую обстановку в холодное время будут значительно ослаблены. В условиях сурового холодного климата общий уровень физической активности жителей будет значительно снижен. С одной стороны, долгий зимний период приводит к недостатку активного отдыха жителей, что негативно сказывается на здоровье. С другой стороны, длительная активность в условиях низкой температуры может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье сердечно-сосудистой системы человека. Таким образом, существующие исследования зимних видов спорта, как правило, подчеркивают пользу активного отдыха зимой. В то же время, благодаря исследованию физической активности пожилых людей в зимних городах, было обнаружено, что большинство пожилых людей по-прежнему придерживаются здорового образа жизни. В общей сложности насчитывается около 80% пожилых людей, которые состоят в различных спортивных группах и придерживаются ежедневных физических занятий на открытом воздухе зимой. Это показывает, что часть жителей по-прежнему испытывает сильную потребность в физической нагрузке даже в зимний период.

Обеспечивая места для физической активности, доля зеленых насаждений играет важную роль в стимуляции здорового образа жизни у людей. Что касается

экологических преимуществ, то из-за большого количества листопадных растений зимой может быть трудно полностью обеспечить защиту от пыли и обеспечить очистку воздуха. Однако расположение вечнозеленых растений зимой и использование соответствующих методов посадки, таких как блочная посадка или посадка рядами, также могут эффективно снизить загрязнение воздуха. Таким образом, хотя зеленые насаждения и имеют трудности с точки зрения стимуляции уровня активности и влияния на экологическую обстановку, они все же могут играть активную роль в улучшении состояния здоровья граждан.

Относительно большая доля зеленых насаждений может быть тесно связана с состоянием здоровья жителей, однако надо учитывать, что не все спортивные мероприятия проходят в местах наличия зеленых насаждений. Кроме того, имеется большое количество пожилых людей, переезжающих из сельской местности в города со своими детьми. Местные жители имеют опыт жизни в суровом холодном климате, и могут лучше адаптироваться к суровому климату, что не сильно влияет на проведение активных мероприятий на свежем воздухе зимой. Однако недавно переехавшие люди имеют слабую способность к адаптации к климату и не знакомы с новой общественной средой, что существенно снижает их уровень участия в мероприятиях на свежем воздухе. Следовательно, результаты исследования могут быть неоднородными. Кроме того, в процессе исследования не анализировались пищевые привычки, а диета играет важную роль в факторах риска сердечно-сосудистых заболеваний. Например, люди, предпочитающие диету с высоким содержанием соли, как правило, подвергаются более высокому риску высокого кровяного давления и сердечно-сосудистых заболеваний.

Еще одним важным фактором является изменение активности жителей. По сравнению с городами, не являющимися зимними, общая продолжительность и частота деятельности жителей зимних городов в большей степени зависят от зимнего периода. Это изменение активности играет важную промежуточную роль во взаимосвязи между долей зеленых насаждений и сердечно-сосудистым здоровьем, делая эту взаимосвязь в зимних городах отличной от той, что

существует в городах не являющимися зимними. Другими словами, в зимних городах из-за пространственных изменений и изменений в продолжительности деятельности людей, делает взаимосвязь между долей зеленых насаждений и здоровьем сердечно-сосудистой системы особой. Наше исследование установило прямую связь между долей зеленых насаждений и здоровьем сердечно-сосудистой системы жителей. Главная особенность, на которую мы обращаем внимание – это общие характеристики зеленых насаждений. Пространственные показатели с сезонными различиями не являются всеобъемлющими и достаточно заметными, а влияние городского озеленения на физическую активность и здоровье сердечно-сосудистой системы зимой требует дальнейших исследований.

Характеристики зеленых насаждений, обсуждаемые в этом исследовании, в основном являются общими, а взаимосвязь между конкретными характеристиками зеленых насаждений, такими как расположение растений, способ посадки и сердечно-сосудистым здоровьем еще предстоит дополнительно изучить. Кроме того, другие важные особенности зеленых насаждений, такие как наличие спортивных площадок внутри и виды деятельности, которые могут быть там доступны, также нуждаются в дополнительном изучении. С уменьшением скорости ходьбы, выносливости и расстояния в пути жители предъявляют более высокие требования к доступности достижения зон с растительностью зимой. Доступность является важным фактором посещаемости жителями зон с зелеными насаждениями зимой, и это также важный фактор, на который обращают внимание многие исследователи. Что касается спортивных площадок, то следует учитывать их расположение предпочтения людей, а также соответствующие климатические факторы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, 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.

Урбанизация в Китае развивается стремительными темпами, особенно в последние 2-3 десятилетия, однако наряду с огромными технологическими достижениями в стране возникли и масштабные экологические проблемы, связанные с загрязнением воды, почвы, воздуха. Хотя урбанизация несомненно связана с положительными аспектами - улучшением здравоохранения, санитарии, общественной гигиены и т.п., но в то же время она способствует увеличению смертности от неинфекционных заболеваний, связанных с городским образом жизни, включая онкологические, сердечно-сосудистые и другие заболевания.

Особое внимание в диссертационном исследовании сосредоточено на масштабном загрязнении воздушного бассейна, что связано, прежде всего, с тем, что основными энергоносителями для промышленных предприятий, как Харбина, так и других регионов Китая, являются сырой уголь, природный газ, бензин, сырая нефть, керосин, дизельное топливо и электроэнергия, чьи отходы и являются основными загрязнителями воздуха. В сочетании аэрополлютанты образуют сложную динамичную смесь газообразных и твердых компонентов, каждый из которых может оказывать токсичное воздействие на здоровье человека.

Показано, что наибольший неблагоприятный эффект связан не с летучими органическими веществами и газами (CO, NO₂, SO₂, O₃), а с твердыми взвешенными частицами (PM) которые не просто сами механически могут

задерживаться в легочных альвеолах. Более того, такие наночастицы могут адсорбировать различные канцерогены, что приводит к выраженным отрицательным системным эффектам в организме человека.

Многократное вдыхание наночастиц, обнаруженных в загрязненном воздухе, может иметь ряд негативных последствий для мозга, в том числе вызывать хроническое воспаление нервных клеток головного мозга. На этот аспект в диссертации уделено особое внимание.

Отмечено, что существуют (хотя пока и весьма немногочисленные) исследования, показывающие связь между наличием во вдыхаемом воздухе пылевых наночастиц и психическими расстройствами, а также сахарным диабетом 2-го типа. На основании наших исследований и анализа ситуации можно подтвердить эту гипотезу. Более того, мы обратили внимание на то, что занятия динамическими упражнениями (которым привержена большая часть китайского населения) в условиях загрязненного воздуха может способствовать усилению отмеченных выше нозологических процессов. Считаем, что такие сложные адаптивные процессы взаимодействия организма со средой целесообразно рассматривать с точки зрения теории стресса Г.Селье.

Проблема, которую также необходимо решать в будущем, обусловлена тем, что, как показало настоящее исследование, несмотря на то, что Правительство Китая стремится осуществлять решительные шаги по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду, накопленный негативный экологический груз пока не позволяет проявиться положительному эффекту в аспекте улучшения здоровья населения.

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, ами 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 загрязненной урбанизированной среды 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апалькова, С.А. Влияние промышленного производства Китая на экологию страны и действия по улучшению состояния окружающей среды /С. А. Апалькова // В сборнике: Азиатско–Тихоокеанский регион: история и современность – XIII. материалы международной научно–практической конференции молодых ученых, посвященной 75–летию Победы в Великой Отечественной войне. Улан–Удэ. – 2020. – С. 83–86.
2. Герман, С.В. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор риска болезней системы кровообращения. РМЖ / С. В. Герман, А. В. Балакаева // Медицинское обозрение. – 2021. – Т. 5. – №4. – С. 200–205.
3. Дан, Ц. Проблемы светового загрязнения в современном Китае / Ц. Дан, С. Цзинхао, Ч. Сян // Оригинальные исследования (ОРИС). – 2022. – № 02. – С. 51–61.
4. Захаров А.Н. Экологические проблемы промышленного развития Китая / А. Н. Захаров, Д. Б. Калашников //Российский внешнеэкономический вестник. – 2020. – № 1. – С. 40–50.
5. Колпакова, А.Ф. О связи сахарного диабета 2-го типа с загрязнением воздуха взвешенными частицами / А. Ф. Колпакова, Р. Н. Шарипов, О. А. Волкова // Проблемы эндокринологии. – 2018. – Т. 64 – №5. – С. 329–335.
6. Крапина, Е.И. Государственная программа КНР по противодействию климатическим изменениям / Е. И. Крапина // Проблемы Дальнего Востока. – 2021. – № 3. – С. 72–84.
7. Крапина, Е.И. Стратегия «зеленого развития Китая» / Е. И. Крапина // Проблемы Дальнего Востока. – 2020. – № 2. – С. 139.
8. Крапина, Е.И. Экологические инновации Китая: основные направления развития / Е. И. Крапина // Экономика КНР в годы 13–й пятилетки (2016–2020) / Рос. акад. наук, Ин–т Дальнего Востока; сост. П.Б. Каменнов; отв. ред. Островский А.В. М.: ИДВРАН, – 2020. – 228 с.

9. Кранина, Е.И. Экология Китая в 13 й пятилетке (2016–2020 гг.) в сфере охраны окружающей среды и задачи 14 й пятилетки (2021–2025 гг.). / Е. И. Кранина // В сборнике: Социально–экономические итоги 13–й пятилетки КНР (2016–2020 гг.) и задачи 14–й пятилетки (2021–2025 гг.). Статьи ежегодной научной конференции Центра экономических и социальных исследований Китая Института Дальнего Востока РАН. Москва. – 2021. – С. 220–238.
10. Селищев, А.С. Опыт Китая по борьбе с опустыниванием и озеленению страны: история, итоги и перспективы / А. С. Селищев // Российско–китайские исследования. – 2021. – Т. 5. – № 3. – С. 168–178.
11. Селье Г. Стресс без дистресса. – М.: изд-во Прогресс, 1982. – 124 с.
12. Толоконникова, Е.В. Государственная политика Китая в решении проблем экологии / Е. В. Толоконникова // Проблемы современной экономики. – 2015. – № 4 (56). – С. 262–264.
13. Шень, С. Река Хуанхэ и водная экология Китая / С. Шень, О. А. Мищенко // В сборнике: Философия современного природопользования в бассейне реки Амур. Материалы VIII международной научно–практической конференции. Ответственный редактор П. Б. Рябухин. – 2019. – С. 106–110.
14. Экологическое законодательство КНР: сборник документов об изменении климата и Государственных стандартов в сфере выбросов парниковых газов // Российско–китайский экологический совет. М.: Прогресс. – 2020. – 455 с.
15. Экологическое законодательство КНР: сборник законов и нормативных актов в области сбора, хранения и переработки твердых и опасных отходов // Российско–Китайский экологический совет. Москва: Прогресс. – 2019. – 483 с.
16. Эриашвили, Н.Д. К вопросу об экологии современного Китая / Н. Д. Эриашвили, Ю. А. Иванова // Образование и право. – 2022. – № 4. – С. 371–375.
17. Эриашвили, Н.Д. К вопросу об экологии современного Китая / Н. Д. Эриашвили, Ю. А. Иванова // Социально–гуманитарное обозрение. – 2022. – № 1. – С. 10–16.

18. A longitudinal study of psychological distress and exposure to trauma reminders after terrorism / K. A. Glad, G. S. Hafstad, T. K. Jensen, [et al.] // *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*. – 2017. – Vol. 9. – P. 145–152.
19. A review of municipal solid waste in China: characteristics, compositions, influential factors and treatment technologies / Y. Zhu, Y. Zhang, D. Luo, [et al.] // *Environment, Development and Sustainability*. – 2021. – Vol. 23. – P. 6603–6622.
20. Acute effects of ambient particulate matter on mortality in Europe and North America: results from the APHENA study / E. Samoli, R. Peng, T. Ramsay, [et al.] // *Environ. Health. Perspect.* – 2008. – Vol. 116. – P. 1480–1486.
21. Adverse Cardiovascular Effects of Traffic Noise with a Focus on Nighttime Noise and the New WHO Noise Guidelines / T. Münzel, S. Kröller–Schön, M. Oelze, [et al.] // *Annual Review of Public Health*. – 2020. – Vol. 41. – P. 309–328.
22. Air pollution in China: Status and spatiotemporal variations / C. Song, L. Wu, Y. Xie, [et al.] // *Environmental Pollution*. – 2017. – Vol. 227. – P. 334–347.
23. Air pollution ultrafine particles: toxicity beyond the lung / C. Terzano, F. Di Stefano, V. Conti, [et al.] // *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* – 2010. – Vol. 14(10). – P. 809–821.
24. Ambient and controlled exposures to particulate air pollution and acute changes in heart rate variability and repolarization / S. Breitner, A. Peters, W. Zareba, [et al.] // *Sci. Rep.* – 2019. – Vol. 9(1). – P. 1946.
25. Ambient and controlled particle exposures as triggers for acute ECG changes / D. Q. Rich, A. Peters, A. Schneider, [et al.] // *Res. Rep. Health Eff. Inst.* – 2016. – Vol. 186. – P. 5–75.
26. Analysis on current situation and countermeasures of rural household garbage in China / L. Z. Du, X. Chen, X. M. Sun, [et al.] // *Trans. Tech. Publ.* – 2014. – Vol. 955–959. – P. 2640–2643.
27. Ancillary human health benefits of improved air quality resulting from climate change mitigation / M. L. Bell, D. L. Davis, L. A. Cifuentes, [et al.] // *Environ. Health*. – 2008. – Vol. 7. – P. 41.

28. Anderson, J.O. Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health / J. O. Anderson, A. Stolbach // *J. Med. Toxicol.* – 2012. – Vol. 8(2). – P.166–175.
29. Armas, F.V. Neuroinflammation and Neurodegeneration of the Central Nervous System from Air Pollutants: A Scoping Review / F. V. Armas, A. D'Angiulli // *Toxics.* – 2022. – Vol. 10. – P. 666.
30. Association between incidence of fatal intracerebral hemorrhagic stroke and fine particulate air pollution / Y. Qian, H. Yu, B. Cai, [et al.] // *Environ. Health. Prev. Med.* – 2019. – Vol. 24(1). – P. 38.
31. Association between transportation noise and blood pressure in adults living in multi-storey residential buildings / P. J. Lee, S. H. Park, J. H. Jeong, [et al.] // *Environment International.* – 2019. – Vol. 132. – Article number:105101.
32. Association of black carbon with cognition among children in a prospective birth cohort study / S. F. Suglia, A. Gryparis, R.O. Wright, [et al.] // *Am. J. Epidemiol.* – 2008. – Vol. 167(3). – P. 280–286.
33. Association of estimated long-term exposure to air pollution and traffic proximity with a marker for coronary atherosclerosis in a nationwide study in China / M. Wang, Z. Hou, H. Xu, [et al.] // *JAMA New Open.* – 2019. –Vol. 2(6). – P. e196553.
34. Associations of Combined Exposures to Surrounding Green, Air Pollution, and Road Traffic Noise with Cardiometabolic Diseases / J. O. Klompaker, N. A. Janssen, L. D. Bloemsma, [et al.] // *Environmental Health Perspectives.* – 2019. – Vol. 127 (8). – Article number: 87003.
35. Atapattu, S.S. Agriculture in South Asia and its implications on downstream health and sustainability: a review / S. S. Atapattu, D. C. Kodituwakku // *Agric. Water Manag.* – 2009. – Vol. 96. – P. 361–373.
36. Bezirtzoglou, C. Climate changes, environment and infection: facts, scenarios and growing awareness from the public health community within Europe / C. Bezirtzoglou, K. Dekas, E. Charvalos // *Anaerobe.* – 2011. –Vol. 17(6). – P. 337–340.

37. Bird, C. E. Gender and health: the effects of constrained choices and social policies / C. E. Bird, P. P. Rieker // New York: Cambridge University Press. – 2008. – 272 p. – ISBN: 978–0521864152
38. Block, J. P. Moving Beyond «Food Deserts»: Reorienting United States Policies to Reduce Disparities in Diet Quality / J. P. Block, S. V. Subramanian // PLOS Medicine. – 2015. – Vol. 12 (12). – Article number: e1001914.
39. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions / J. Lelieveld, K. Klingmüller, A. Pozzer, [et al.] // Eur Heart J. – 2019. – Vol. 40(20). – P. 1590–1596.
40. Carlsten, C. Traffic-related air pollution and allergic disease / C. Carlsten, C. F. Rider // Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology. – 2017. – Vol. 17 (2). – P. 85–89.
41. Catechizing the Environmental–Impression of Urbanization, Financial Development, and Political Institutions: A Circumstance of Ecological Footprints in 110 Developed and Less–Developed Countries / I. Yasin, N. Ahmad, M. A. Chaudhary // Social Indicators Research. – 2019. – Vol. 147 (2). – P. 621–649.
42. Chan, K.W. China’s urbanization 2020: a new blueprint and direction / K. W. Chan // Eurasian Geography and Economics. – 2014. – Vol. 55 (1). – P. 1–9.
43. Changes in observed climate extremes in global urban areas / V. Mishra, A. R. Ganguly, B. Nijssen, D. P. Lettenmaier // Environ. Res. Lett. – 2015 – Vol. 10. – Article number: 024005
44. Chen, H. A systematic review of the relation between long–term exposure to ambient air pollution and chronic diseases / H. Chen, M. S. Goldberg, P. J. Villeneuve // Rev. Environ. Health. – 2008. – Vol. 23(4). – P. 243–297.
45. Cheo, R. Migrant Workers and Workplace Bullying in Urban China / R. Cheo // Social Indicators Research. – 2017. – Vol. 132 (1). – P. 87–115.
46. Chronic Fine and Coarse Particulate Exposure, Mortality and Coronary Heart Disease in the Nurses’ Health Study / R. Puett, J. Hart, J. Yanosky, [et al.] // Environ. Health. Perspect. – 2009. – Vol. 117(11). – P. 1702–1706.

47. Climate change projections of West Nile Virus infections in Europe: Implications for blood safety practices / J. C. Semenza, A. Tran, L. Espinosa, [et al.] // *Environ. Health.* – 2016. – Vol. 15. – Article number: S28.
48. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China / C. Huang, Y. Wang, X. Li, [et al.] // *The Lancet.* – 2020. – Vol. 395 (10223). – P. 497–506.
49. Cohen, A. The Global Burden of Disease Due to Outdoor Air Pollution / A. Cohen, H. Anderson // *Journal of Toxicology and Environmental Health.* – 2005. – Vol. 68. – P. 1301–1307.
50. Cohen, B. Urbanization, City Growth, and the New United Nations Development Agenda / B. Cohen // *Cornerstone, The Official Journal of the World Coal Industry.* – 2015. – Vol. 3(2). – P. 4–7.
51. Comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems. A review / C. Bockstaller, L. Guichard, O. Keichinger, [et al.] // *Agron. Sustain. Dev.* 2009. – Vol. 29. – P. 223–235.
52. Contribution of urbanization to the changes in extreme climate events in urban agglomerations across China / L. Lin, T. Gao, M. Luo, [et al.] // *Science of the Total Environment.* – 2020. – Vol. 744. – Article number: 140264.
53. Contributions of international cooperation projects to the HIV/AIDS response in China / J. Sun, H. Liu, H. Li, [et al.] // *International Journal of Epidemiology.* – 2010. – Vol. 39. – P. ii14–ii20.
54. Cruz, A. A. Asthma prevalence and severity in low–resource communities / A. A. Cruz, R. Stelmach, E. V. Ponte // *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology.* – 2017. – Vol. 17 (3). – P. 188–193.
55. Currie, J. Air pollution and infant health: Lessons from New Jersey / J. Currie, M. Neidell, J. F. Schmieder // *J. Health. Econ.* – 2009. – Vol. 28. – P. 688–703.
56. Czarnezki, J. J. Field, Global Environmental Law: Food Safety & China / J. J. Czarnezki, L. Yanmei, C. F. Field // *25 Geo. Int'l Env'tl. L. Rev.* – 2013. – P. 261–287.

57. Davies, H. Noise and cardiovascular disease: a review of the literature 2008–2011 / H. Davies, I. V. Kamp // *Noise & Health*. – 2012. – Vol. 14 (61). – P. 287–291.
58. Dib, H. H. Evaluation of the new rural cooperative medical system in China: is it working or not? / H. H. Dib, X. Pan, H. Zhang // *International Journal for Equity in Health*. – 2008. – Vol. 7 (1). – Article number: 17.
59. Distance to Store, Food Prices, and Obesity in Urban Food Deserts / B. Ghosh–Dastidar, D. Cohen, G. Hunter, [et al.] // *American Journal of Preventive Medicine*. – 2014. – Vol. 47 (5). – P. 587–595.
60. Dong, Z. Evolution of China's health–care system / Z. Dong, M. R. Phillips // *The Lancet*. – 2008. – Vol. 372 (9651). – P. 1715–1716.
61. Dunford, M. Chinese spatial inequalities and spatial policies / M. Dunford, L. Li // *Geography Compass*. – 2010. – Vol. 4 (8). – P. 1039–1054.
62. Eckert, S. Urbanization and health in developing countries: a systematic review / S. Eckert, S. Kohler // *World Health & Population*. – 2014. – Vol. 15 (1). – P. 7–20.
63. Effect of socioeconomic status on the healthcare–seeking behavior of migrant workers in China / X. Li, L. Deng, H. Yang, [et al.] // *PLOS ONE*. – 2020. – Vol. 15 (8). – Article number: e0237867.
64. Effects of chronobiology on prostate cancer cells growth in vivo / A. Haim, A. Yukler, O. Harel, [et al.] // *Sleep Science*. – 2010. – Vol. 3 (1). – P. 32–35.
65. Environmental Exposure to Airborne Asbestos Fibres in a Highly Urbanized City / E. Krakowiak, R. Górny, J. Cembrzyńska, [et al.] // *Ann. Agric. Environ. Med*. – 2009. – Vol. 16. – P. 121–128.
66. Environmental health in China: progress towards clean air and safe water / J. Zhang, D. L. Mauzerall, T. Zhu, [et al.] // *Lancet*. – 2010. – Vol. 375(9720). – P. 1110–1119.
67. Environmental Noise and the Cardiovascular System / T. Münzel, F. P. Schmidt, S. Steven S, [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2018. – Vol. 71 (6). – P. 688–697.

68. Environmental Noise Exposure and Mental Health: Evidence From a Population–Based Longitudinal Study / A. Li, E. Martino, A. Mansour, [et al.] // *American Journal of Preventive Medicine*. – 2022. – Vol. 63 (2). – P. e39–e48.
69. Episodic exposure to fine particulate air pollution decreases circulating levels of endothelial progenitor cells / T. O’Toole, J. Hellmann, L. Wheat, [et al.] // *Circ Res*. – 2010. – Vol. 107(2). – P. 200–203.
70. Estimating the economic impacts of climate change on infectious diseases: a case study on dengue fever in Taiwan / W. C. Tseng, C. C. Chen, C. C. Chang, [et al.] // *Climate Change*. – 2009. – Vol. 92. – P. 123–140.
71. Evaluating the impact of air pollution on the incidence of out-of-hospital cardiac arrest in the Perth Metropolitan Region: 2000–2010 / L. Straney, J. Finn, M. Dennekamp, [et al.] // *J. Epidemiol. Community Health*. – 2014. – Vol. 68(1). – P. 6–12.
72. Exposure to concentrated ambient fine particulate matter disrupts vascular endothelial cell barrier function via the IL-6/HIF-1 α signaling pathway / J. Dai, C. Sun, Z. Yao, [et al.] // *FEBS Open Bio*. – 2016. – Vol. 6(7). – P. 720–728.
73. Exposure to NO₂, CO, and PM_{2.5} is linked to regional DNA methylation differences in asthma / M. Prunicki, L. Stell, D. Dinakarbandian, [et al.] // *Clinical Epigenetics*. – 2018. – Vol. 10. – P. 2.
74. Exposure to ultrafine particles, intracellular production of reactive oxygen species in leukocytes and altered levels of endothelial progenitor cells / K. Jantzen, P. Møller, D. Karottki, [et al.] // *Toxicology*. – 2016. – Vol. 359–360. – P. 11–18.
75. Feng, J. Impact of air pollution on intestinal redox lipidome and microbiome / J. Feng, S. Cavallero, T. Hsiai, R. Li // *Free Radic. Biol. Med*. – 2020. – Vol. 151. – P. 99–110.
76. Fenwick, A. Waterborne infectious diseases – Could they be consigned to history? / A. Fenwick // *Science*. – 2006. – Vol. 313. – P. 1077–1081.
77. Gao, R. W. Current status of water pollution in China and countermeasure analysis / R. W. Gao // *Resour. Habitat. Environ*. – 2018. – Vol. 11. – P. 44–51.

78. Global association between ambient air pollution and blood pressure: A systematic review and meta-analysis / B. Yang, Z. Qian, S. Howard, [et al.] // *Environ Pollut.* – 2018. – Vol. 235. – P. 576–588.
79. Global Water Pollution and Human Health / R. P. Schwarzenbach, T. Egli, T. B. Hofstetter, [et al.] // *Annual Review of Environment and Resources.* – 2010. – Vol. 35(1). – P. 109–136.
80. Gollier, C. Decreasing discount rates: economic justifications and implications for long-run policy / C. Gollier, P. Koundouri, T. Pantelides // *Econ. Pol.* – 2008. – Vol. 56. – P. 758–795.
81. Grant, U. Opportunity and exploitation in urban labour markets. Better economic opportunity does not always mean better work / U. Grant // *Overseas Development Institute. Manchester University.* – 2008. – Briefing Paper 44. – P. 1–4.
82. Gries, T. Fertility and modernization: the role of urbanization in developing countries / T. Gries, R. Grundmann // *Journal of International Development.* – 2018. – Vol. 30 (3). – P. 493–506.
83. Haidong, K. Environment and Health in China: Challenges and Opportunities / K. Haidong // *Environmental Health Perspectives.* – 2009. – Vol. 117(12). – P. A530–1.
84. Hammer, M. S. Environmental noise pollution in the United States: developing an effective public health response / M. S. Hammer, T. K. Swinburn, R. L. Neitzel // *Environmental Health Perspectives.* – 2014. – Vol. 122 (2). – P. 115–119.
85. Haus, E. Biological clocks and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects / E. Haus, M. Smolensky // *Cancer Causes Control.* – 2006. – Vol. 17. – P. 489–500.
86. He, K. Blood lead levels of children and its trend in China / K. He, S. Wang, J. Zhang // *Sci Total Environ.* – 2009. – Vol. 407(13). – P. 3986–3993.
87. Hearing loss and incident dementia / F. R. Lin, E. J. Metter, R. J. O'Brien, [et al.] // *Archives of Neurology.* – 2011. – Vol. 68 (2). – P. 214–220.

88. High-frequency hearing loss, occupational noise exposure and hypertension: a cross-sectional study in male workers / T. Y. Chang, C. S. Liu, K. H. Huang, [et al.] // *Environmental Health*. – 2011. – Vol. 10. – Article number: 35.
89. Hillman, B. The Causes and Consequences of Rapid Urbanisation in an Ethnically Diverse Region / B. Hillman // *China Perspectives*. 2013. – Is. 3. – P. 25–32.
90. HIV-related stigma and discrimination amongst healthcare providers in Guangzhou, China / X. Dong, J. Yang, L. Peng, [et al.] // *BMC Public Health*. – 2018. – Vol. 18 (1). – Article number: 738.
91. How does urbanization affect residential CO2 emissions? An analysis on urban agglomerations of China" / Y. Bai, X. Deng, J. Gibson, [et al.] // *Journal of Cleaner Production*. – 2019. – Vol. 209. – P. 876–885.
92. Huang, Y. C. T. Outdoor air pollution: a global perspective / Y. C. T. Huang // *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. – 2014 – Vol. 56 – P. S3–S7.
93. Identifying environmental health priorities in underserved populations: a study of rural versus urban communities / M. C. Bernhard, M. B. Evans, S. T. Kent, [et al.] // *Public Health*. – 2013. – Vol. 127(11). – P. 994–1004.
94. Impact of Air Pollution on Public Health / E. Marchwinska–Wyrwal, G. Dziubanek, I. Hajok, [et al.] // *The Impact of Air Pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources*. Edited by Mohamed Khallaf. IntechOpen, London. – 2011. – P. 3–16.
95. Industrial clustering, income and inequality in rural China / D. Guo, K. Jiang, C. Xu, [et al.] // *World Development*. – 2022. – Vol. 154. – Article number: 105878.
96. Inequality in Beijing: a spatial multilevel analysis of perceived environmental Hazard and self-rated health / J. Ma, G. Mitchell, G. Dong, [et al.] // *Ann. Am. Assoc. Geographers*. –2017. – Vol. 107(1). – P. 109–129.
97. Influence of light at night on murine anxiety- and depressive-like responses / L. K. Fonken, M. S. Finy, J. C. Walton, [et al.] // *Behavioural Brain Research*. – 2009. – Vol. 205 (2). – P. 349–354.

98. Is there addiction to loud music? Findings in a group of non-professional pop/rock musicians / N. Schmuziger, J. Patscheke, R. Stieglitz, [e al.] // *Audiology Research*. – 2012. – Vol. 2 (1). – P. 57–63.
99. Jawecki, B. Programming asbestos removal at the local level – a proposal guidelines. *Infrastructure and Ecology of Rural Areas* / B. Jawecki // Polish Academy of Sciences, Krakow. – 2008. – Vol. 9. – P. 73– 83.
100. Kazan–Allen, L. Asbestos and mesothelioma: Worldwide trends / L. Kazan–Allen // *Lung Cancer*. – 2005. – Vol. 49. – P. 3–8.
101. Krewski, D. Evaluating the Effects of Ambient Air Pollution on Life Expectancy / D. Krewski // *N. Engl. J. Med.* – 2009. – Vol. 360. – P. 413–415.
102. Li, X. *Urbanization and Party Survival: People vs. Party* / X. Li, X. Tian // Rowman & Littlefield and Lexington Books. – 2016. – 346 p. – ISBN 978–1498542005
103. Liao, W. Environmental determinants of diving beetle assemblages (Coleoptera: Dytiscidae) in an urban landscape / W. Liao, S. Venn, J. Niemelä // *Biodiversity and Conservation*. – 2020. – Vol. 29 (7). – P. 2343–2359.
104. Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility / F. Falchi, P. Cinzano, C. D. Elvidge, [et al.] // *Journal of Environmental Management*. – 2011. – Vol. 92 (10). – P. 2714–2722.
105. Lin, S. C. Association of croup with asthma in children / S. C. Lin, H. W. Lin, B. L. Chiang // *Medicine*. – 2017. – Vol. 96 (35). – Article number: e7667.
106. Linking Urbanization and the Environment: Conceptual and Empirical Advances / X. Bai, T. McPhearson, H. Cleugh, [et al.] // *Annual Review of Environment and Resources*. – 2017. – Vol. 42 (1). – P. 215–240.
107. Liu, J. Hepatitis B in China / J. Liu, D. Fan // *The Lancet*. – 2007. – Vol. 369 (9573). – P. 1582–1583.
108. Liu, R. Low-wage migrants in northwestern Beijing, China: The hikers in the urbanisation and growth process: Low-wage migrant workers in Beijing / R. Liu, T. C. Wong, S. Liu // *Asia Pacific Viewpoint*. – 2013. – Vol. 54 (3). – P. 352–371.

109. Liu, Y. The impact of urbanization on GHG emissions in China: The role of population density / Y. Liu, C. Gao, T. Lu // *Journal of Cleaner Production*. – 2017. – Vol. 157. – P. 299–309.
110. Liu, Z. The Relationship between Habitat Loss and Fragmentation during Urbanization: An Empirical Evaluation from 16 World Cities / Z. Liu, C. He, J. Wu // *PLOS ONE*. – 2016. – Vol. 11 (4). – Article number: e0154613.
111. Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: prospective cohort study and meta-analysis in 11 European cohorts from the ESCAPE Project / G. Cesaroni, F. Forastiere, M. Stafoggia, [et al.] // *BMJ*. – 2014. – Vol. 348. – P. f7412–f7412.
112. Long term exposure to ambient fine particulate matter and incidence of stroke: prospective cohort study from the China-PAR project / K. Huang, F. Liang, X. Yang, [et al.] // *BMJ*. – 2019. – Vol. 367. – P. 16720.
113. Long-term exposure to PM_{2.5} and stroke: A systematic review and meta-analysis of cohort studies / S. Yuan, J. Wang, Q. Jiang, [et al.] // *Environ Res*. – 2019. – Vol. 177. – P. 108587.
114. Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective / J. Lelieveld, A. Pozzer, U. Pöschl, [et al.] // *Cardiovascular Research*. – 2020. – Vol. 116 (11). – P. 1910–1917.
115. Luo, M. Urban expansion and drying climate in an urban agglomeration of east China / M. Luo, N. C. Lau // *Geophysical Research Letters*. – 2019. – Vol. 46. – P. 6868–6877.
116. Ma, D. M. An endogenous analysis of the continuous deterioration of rural environment under the background of urbanization – based on the investigation of Q town in southern Jiangsu / D. M. Ma // *Acad Bimestrie*. – 2018. – Vol. (4). – P. 53–58.
117. Mahiya, S. Heavy metals in water, their adverse health effects and Biosorptive removal: A review / S. Mahiya, G. Lofrano, S. K. Sharma // *International Journal of Chemistry*. – 2014. – Vol. 3(1). – P. 132–149.
118. Managing urban nutrient biogeochemistry for sustainable urbanization / T. Lin, V. Gibson, S. H. Cui, [et al.] // *Environ. Pollut*. 2014. – Vol. 192. – P. 244–250.

119. Maternal exposure to ambient air pollutants and risk of congenital anomalies / J. Rankin, T. Chadwick, M. Natarajan, [et al.] // *Environ. Res.* – 2009. – Vol. 109. – P. 181–187.
120. McKinney, M. L. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals / M. L. McKinney // *Urban Ecosystems.* – 2008. – Vol. 11 (2). – P. 161–176.
121. Monitoring Trends in Light Pollution in China Based on Nighttime Satellite Imagery / P. Han, J. Huang, R. Li, [et al.] // *Remote Sens.* – 2014. – Vol. 6. – P. 5541–5558.
122. Mortality in the Medicare population and chronic exposure to fine particulate air pollution in urban centers (2000–2005) / S. L. Zeger, F. Dominici, A. McDermott, [et al.] // *Environ. Health. Perspect.* – 2008. – Vol. 116(12). – P. 1614–1619.
123. Nationwide and Regional PM_{2.5}-Related Air Quality Health Benefits From the Removal of Energy-Related Emissions in the United States / N. A. Mailloux, D. W. Abel, T. Holloway, [et al.] // *GeoHealth.* – 2022. – Vol. 6 (5). – Article number: e2022GH000603.
124. Omega-3 fatty acid supplementation appears to attenuate particulate air pollution-induced cardiac effects and lipid changes in healthy middle-aged adults / H. Tong, A. Rappold, D. Diaz-Sanchez, [et al.] // *Environ. Health Perspect.* – 2012. – Vol. 120(7). – P. 952–957.
125. Parkinson's disease and long-term exposure to outdoor air pollution: A matched case-control study in the / R. Toro, G. Downward, M. van der Mark, [et al.] // *Netherlands. Environ Int.* – 2019. – Vol. 129. – P. 28–34.
126. Particulate Air Pollution, Exceptional Aging, and Rates of Centenarians: A Nationwide Analysis of the United States, 1980–2010 / A. A. Baccarelli, N. Hales, R. T. Burnett, [et al.] // *Environmental Health Perspectives.* – 2016. – Vol. 124 (11). – P. 1744–1750.

127. Particulate Matter air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association / R. D. Brook, S. Rajagopalan, A. Pope, [et al.] // *Circulation*. – 2010. – Vol. 121. – P. 2331–2378.

128. Particulate matter disrupts human lung endothelial cell barrier integrity via Rho-dependent pathways / T. Wang, Y. Shimizu, X. Wu, [et al.] // *Pulm. Circ.* – 2017. – Vol. 7(3). – P. 617–623.

129. Particulate matter pollution in the megacities of the Pearl River Delta, China – a systematic literature review and health risk assessment / H. J. Jahn, A. Schneider, S. Breitner, [et al.] // *Int. J. Hyg. Environ. Health*. – 2011. – Vol. 214(4). – P. 281–295.

130. Perceived insecurity, mental health and urbanization: Results from a multicentric study / M. Luciano, C. De Rosa, V. Del Vecchio, [et al.] // *International Journal of Social Psychiatry*. – 2016. – Vol. 62 (6). – P. 252–261.

131. PM_{2.5} concentration in the ambient air is a risk factor for the development of high-risk coronary plaques / S. Yang, S. Lee, J. Park, [et al.] // *Eur. Heart. J. Cardiovasc. Imag.* – 2019. – Vol. 20(12). – P. 1355–1364.

132. Pollution and health: a progress update / R. Fuller, P. J. Landrigan, K. Balakrishnan, [et al.] // *The Lancet Planetary Health*. – 2022. – Vol. 6 (6). – P. e535–e547.

133. Pope, C. A. Fine–particulate air pollution and life expectancy in the United States / c. A. Pope, M. Ezzati, D. W. Dockery // *N. Engl. J. Med.* – 2009. – Vol. 360(4). – P. 376–86.

134. Prevalence of diabetes among men and women in China / W. Y. Yang, J. M. Liu, J. P. Weng, [et al.] // *New. Engl. J. Med.* – 2010. – Vol. 362. – P. 1090–1101.

135. Pui, D. Y. H. PM_{2.5} in China: Measurements, sources, visibility and health effects, and mitigation / D. Y. H. Pui, S. C. Chen, Z. Zuo // *Particuology*. – 2014. – Vol. 13. – P. 1–26.

136. Quheng, D. The Hukou Converters – China's lesser known rural to urban migrants / D. Quheng, B. Gustafsson // *Journal of Contemporary China*. – 2014. – Vol. 23 (88). – P. 657–679.

137. Rabalais, N. N. Gulf of Mexico Hypoxia: Past, Present, and Future / N. N. Rabalais, R. E. Turner // *Limnology and Oceanography Bulletin*. – 2019. – Vol. 28 (4). – P. 117–124.
138. Rapid health transition in China, 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010 / G. Yang, Y. Wang, Y. Zeng, [et al.] // *Lancet*. – 2013. – Vol. 381(9882). – P. 1987–2015.
139. Read, J. N. G. Gender and health inequality / J. N. G. Read, B. K. Gorman // *Annu. Rev. Sociol.* – 2010. – Vol. 36(1). – P. 371–386.
140. Remoundou, K. Environmental Effects on Public Health: An Economic Perspective / K. Remoundou, P. Koundouri // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2009. – Vol. 6. – P. 2160–2178.
141. Ren, G. Q. The impact of income, individual income deprivation on health of urban and rural residents in China: an analysis based on CGSS2010 / G. Q. Ren, F. Z. Wang, Y. H. Luo // *NanKai. Econ. Stud.* – 2016. – Vol. (6). – P. 3–22.
142. Residential road traffic noise and general mental health in youth: The role of noise annoyance, neighborhood restorative quality, physical activity, and social cohesion as potential mediators / A. Dzhambov, B. Tilov, I. Markevych, [et al.] // *Environment International*. – 2017. – Vol. 109. – P. 1–9.
143. Risk Factors for Overweight and Obesity among Thai Adults: Results of the National Thai Food Consumption Survey / N. Jitnarin, V. Kosulwat, N. Rojroongwasinkul, [et al.] // *Nutrients*. – 2010. – Vol. 2 (1). – P. 60–74.
144. Riskin, C. United Nations Development Program. China human development report 1999: transition and the state / Oxford University Press. – 2000. – 37 p. – ISBN 978–0–19–592586–9.
145. Role of Built Environments in Physical Activity, Obesity, and Cardiovascular Disease / J. F. Sallis, M. F. Floyd, D. A. Rodríguez, [et al.] // *Circulation*. – 2012. – Vol. 125 (5). – P. 729–737.
146. Schistosomiasis in the People's Republic of China: prospects and challenges for the 21st century / A. G. Ross, A. C. Sleight, Y. Li, [et al.] // *Clin. Microbiol. Rev.* – 2001. – Vol. 14(2). – P. 270–295.

147. Secular trends in HIV/AIDS mortality in China from 1990 to 2016: Gender disparities / D. Gao, Z. Zou, B. Dong, [et al.] // PLOS ONE. – 2019. – Vol. 14 (7). – Article number: e0219689.
148. Shen, X. Urbanization effect on the observed changes of surface air temperature in Northeast China / X. Shen, Y. Liu, B. Liu // Terr. Atmos. Ocean. Sci. – 2020. – Vol. 31. – P. 325–335.
149. Shi, Q. Glimpsing China's future urbanization from the geography of a floating population / Q. Shi, T. Liu // Environment and Planning A: Economy and Space. – 2019. – Vol. 51 (4). – P. 817–819.
150. Shih, M. Land and people: governing social conflicts in China's state-led urbanization / M. Shih // International Development Planning Review. – 2019. – Vol. 41 (3). – P. 293–311.
151. Shin, H. B. Urbanization in China / H. B. Shin // International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 24. – P. 973–979.
152. Shin, H.B. Contesting speculative urbanization and strategizing discontents / H. B. Shin // City. – 2014. – Vol. 18 (4–5). – P. 509–516.
153. Short-term exposure to ambient fine particulate matter and out-of-hospital cardiac arrest: a nationwide case-crossover study in Japan / B. Zhao, F. Johnston, F. Salimi, [et al.] // Lancet Planet Health. – 2020. – Vol. 4(1). – P. e15–e23.
154. Srivastava, K. Urbanization and mental health / K. Srivastava // Industrial Psychiatry Journal. – 2009. – Vol. 18 (2). – P. 75–76
155. Study of the health effects of long-term exposure to cadmium and lead in a region of Poland / E. Marchwinska-Wyrwal, G. Dziubanek, M. Skrzypek, [et al.] // Int. J. Environ. Health. Res. – 2010. – Vol. 20(2). – P. 81–86.
156. Sumpter, J. P. 10th Anniversary perspective: reflections on endocrine disruption in the aquatic environment: from known knowns to unknown unknowns (and many things in between) / J. P. Sumpter, A. C. Johnson // J. Environ. Monit. – 2008. – Vol. 10. – P. 1476–1485.

157. The acute toxic effects of particulate matter in mouse lung are related to size and season of collection / F. Farina, G. Sancini, P. Mantecca, [et al.] // *Toxicol. Lett.* – 2011. – Vol. 202(3). – P. 209–217.
158. The combined effects of ocean acidification, mixing, and respiration on pH and carbonate saturation in an urbanized estuary / R. A. Feely, S. R. Alin, J. Newton, [et al.] // *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* – 2010. – Vol. 88 (4). – P. 442–449.
159. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale / J. Lelieveld, J. S. Evans, M. Fnais, [et al.] // *Nature.* – 2015. – Vol. 525 (7569). – P. 367–371.
160. The effect of soil on human health: an overview / J. J. Steffan, E. C. Brevik, L. C. Burgess, [et al.] // *European Journal of Soil Science.* – 2018 – Vol. 69. – P. 159–171.
161. The Lancet Commission on pollution and health / P.J. Landrigan, R. Fuller, N.J.R. Acosta, [et al.] // *Lancet.* – 2018. – Vol. 391(10119). – P. 462–512.
162. The prevalence of HIV among MSM in China: a large-scale systematic analysis / M. J. Dong, B. Peng, Z. F. Liu, [et al.] // *BMC Infectious Diseases.* – 2019. – Vol. 19 (1). – Article number: 1000.
163. Thyberg, K. L. Drivers of food waste and their implications for sustainable policy development / K. L. Thyberg, D. J. Tonjes // *Resources Conservation and Recycling.* – 2016. – Vol. 106. – P. 110–123.
164. Tol, R. S. J. Why worry about climate change? A research agenda / R. S. J. Tol // *Environ. Values.* – 2008. – Vol. 17. – P. 437–470.
165. Urban residence, neighborhood poverty, race/ethnicity, and asthma morbidity among children on Medicaid / C. A. Keet, E. C. Matsui, M. C. McCormack, [et al.] // *Journal of Allergy and Clinical Immunology.* – 2017. – Vol. 140 (3). – P. 822–827.
166. Urbanization and health in China, thinking at the national, local and individual levels / X. Li, J. Song, T. Lin, [et al.] // *Environmental Health.* – 2016. – Vol. 15. – Article number: S32.

167. Urbanization and human health in China: Spatial features and a systemic perspective / X. H. Li, C. P. Wang, J. Dixon, [et al.] // *Environ. Sci. Pollut. R.* – 2012. – Vol. 19(5). – P. 1375–1384.
168. Urbanization and Income Inequality in Post–Reform China: A Causal Analysis Based on Time Series Data / G. Chen, A. K. Glasmeier, M. Zhang, [et al.] // *PLOS ONE.* – 2016. – Vol. 11 (7). – Article number: e0158826.
169. Urbanization is associated with increased asthma morbidity and mortality in Brazil / E. V. Ponte, A. A. Cruz, R. Athanazio, [et al.] // *The Clinical Respiratory Journal.* – 2018. – Vol. 12 (2). – P. 410–417.
170. Van Kamp, I. Noise and health in vulnerable groups: a review / I. Van Kamp, H. Davies // *Noise Health.* – 2013. – Vol. 15(64). – P. 153–159.
171. Wang, L. Progress in tuberculosis control and the evolving public–health system in china / L. Wang, J. Liu, D. P. Chin // *The Lancet.* – 2007. – Vol. 369 (9562). – P. 691–696.
172. Water pollution and human health / M. Haseena, M. F. Malik, A. Javed, [et al.] // *Environmental Risk Assessment and Remediation.* – 2017. – Vol. 1 (3). – P. 16–19.
173. Watts, J. Lead poisoning cases spark riots in China / J. Watts // *Lancet.* – 2009. – Vol. 374. – P. 868.
174. Xu, L. Key determinants of urban household solid waste recycling behavior / L. Xu, M. L. Ling, Y. J. Lu // *J Public Manag.* – 2017. – Vol. 1. – P. 142–153.
175. Yang, T. Association between perceived environmental pollution and health among urban and rural residents—a Chinese national study / T. Yang // *BMC Public Health* volume. – 2020. – Vol. 20. – Article number: 194.
176. Yip, W. The Chinese Health System At A Crossroads / W. Yip, W. C. Hsiao // *Health Affairs.* – 2008. – 27 (2) – P. 460–468.
177. Zanobetti, A. A national case-crossover analysis of the short-term effect of PM_{2.5} on hospitalizations and mortality in subjects with diabetes and neurological disorders / A. Zanobetti, F. Dominici, Y. Wang, J. Schwartz // *Environ Health.* – 2014. – Vol. 13(1). – P. 38.

178. Zhang, D. China's barefoot doctor: past, present, and future / D. Zhang, P. U. Unschuld // *The Lancet*. – 2008. – Vol. 372 (9653). – P. 1865–1867.
179. Zhang, J. Household Air Pollution from Coal and Biomass Fuels in China: Measurements, Health Impacts, and Interventions / J. Zhang, K. R. Smith // *Environmental Health Perspectives*. – 2007. – Vol. 115 (6). – P. 848–855.
180. Zhang, J. X. A general equilibrium analysis of China's urbanization / J. X. Zhang // *Journal of the Asia Pacific Economy*. – 2018. – Vol. 23 (3). – P. 340–356.