

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры  
Отделение геологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Оценка рисков на территории г. Томска с использованием геоинформационных технологий</b>

УДК 504.4-047.43:551.510.42:528.952(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ61	Майер Софья Эдуардовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Евгения Александровна	К.Г.-М.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Вершкова Елена Михайловна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Евгения Александровна	К.Г.-М.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Попов Виктор Константинович	Д.Г.-М.Н.		

Томск – 2018 г.

## Запланированные результаты обучения по программе

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
<b>Общие по направлению подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры</b>		
P1	Уметь использовать абстрактное мышление, анализ, синтез; действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-5, ОК-1, ОК-2). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессионального стандарта (01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования)
P2	Использовать творческий потенциал, владеть навыками организации и саморазвития	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-6, ОК-3). Критерий 5 АИОР (п. 2.4, п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессионального стандарта (01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования)
P3	Использовать коммуникативные технологии в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-1). Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессионального стандарта (01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования)
P4	Руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-5, УК-3, ОПК-2). Критерий 5 АИОР (п. 2.3, п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессионального стандарта (01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования)
P5	Оценивать последствия принимаемых организационно-управленческих решений при организации и проведении практической деятельности в землеустройстве и кадастрах	Требования ФГОС ВО (ПК-1). Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования, 10.009 Проведение землеустройства)
P6	Разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии; оценивать затраты и результаты деятельности организации	Требования ФГОС ВО (ПК-2, ПК-5). Критерий 5 АИОР (п. 1.2, п. 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования)
P7	Осваивать новые технологии ведения кадастров, систем автоматизированного проектирования в землеустройстве	Требования ФГОС ВО (ПК-3). Критерий 5 АИОР (п. 1.1, п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 10.002 Деятельность в области инженерно-геодезических изысканий, 10.009 Проведение землеустройства)

P8	Владеть приемами и методами работы с персоналом, методами оценки качества и результативности труда персонала	Требования ФГОС ВО (ПК-4). Критерий 5 АИОР (п. 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования)
P10	Формулировать и разрабатывать технические задания и использовать средства автоматизации при планировании использования земельных ресурсов и недвижимости; применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений, анализа эколого-экономической эффективности при проектировании и реализации проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-7, ПК-8). Критерий 5 АИОР (п. 1.3, п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования, 10.009 Проведение землеустройства)
P12	Решать инженерно-технические и экономические задачи современными методами и средствами	Требования ФГОС ВО (ПК-11). Критерий 5 АИОР (п. 1.4, п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 10.002 Деятельность в области инженерно-геодезических изысканий, 10.009 Проведение землеустройства)
P13	Использовать современные достижения науки и передовых информационных технологий в научно-исследовательских работах; ставить задачи и выбирать методы исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-13). Критерий 5 АИОР (п. 1.4, п. 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования)
<b>Профиль Управление земельными ресурсами</b>		
P9	Разрабатывать и осуществлять технико-экономическое обоснование планов, проектов и схем использования земельных ресурсов и территориального планирования	Требования ФГОС ВО (ПК-6). Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 10.002 Деятельность в области инженерно-геодезических изысканий, 10.009 Проведение землеустройства)
P11	Получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя современные информационные технологии и критически ее осмысливать; использовать программно-вычислительные комплексы, геодезические и фотограмметрические приборы и оборудование, проводить их сертификацию и техническое обслуживание	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10). Критерий 5 АИОР (п. 1.1, п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 10.002 Деятельность в области инженерно-геодезических изысканий, 10.009 Проведение землеустройства)
P14	Самостоятельно выполнять научно-исследовательские разработки с использованием современного оборудования, приборов и методов исследования в землеустройстве и кадастрах, составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	Требования ФГОС ВО (ПК-14). Критерий 5 АИОР (п. 1.4, п. 1.5, п. 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования профессиональных стандартов (10.001 Деятельность в сфере гос. кадастр. учета объектов недвижимости, 01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования, 10.009 Проведение землеустройства)



	3. Матрица уровней риска развития заболеваний кровеносной системы
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
1. Аналитический обзор литературы 2. Характеристика района исследования 3. Методика проведения исследований 4. Оценка рисков для здоровья населения и учет влияния экологической составляющей на градостроительное зонирование территории	Солдатова Евгения Александровна
5. Социальная ответственность	Солдатова Евгения Александровна
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Вершкова Елена Михайловна
7. Раздел на иностранном языке	Надеина Луиза Васильевна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

**Analytical review of literature. The use of information technology and geographic information systems (GIS) for risk assessment (Приложение А)**

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Евгения Александровна	К.Г.-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ61	Майер Софья Эдуардовна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2УМ61	Майер Софье Эдуардовне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.03.02 Землеустройство и кадастры

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</p>	<p>Объектом исследования является территория г. Томска. Цель работы – оценка рисков развития неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии с использованием ГИС-технологий. При подготовке магистерской диссертации выполнялись следующие виды работ: - анализ документации по теме работы; - подготовка чертежей, планов, схем различных масштабов и назначения.</p>
<p>1. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 31.12.2017). 2. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 31.12.2017) 3. «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН 245-71» 4. Постановление Правительства Российской Федерации № 222 от 3 марта 2018 г. 5. ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий</p>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Экологическая безопасность</p>	<p>Рассмотрены некоторые аспекты воздействия веществ-загрязнителей на атмосферу г. Томска, а также мероприятия по обеспечению защиты населения от загрязняющих веществ</p>
<p>1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Солдатова Евгения Александровна	К.Г.-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2УМ61	Майер Софья Эдуардовна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2УМ61	Майер Софье Эдуардовне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.03.02 Землеустройство и кадастры

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является территория г. Томска.. Цель работы – оценка рисков развития неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии с использованием ГИС-технологий. При подготовке магистерской диссертации выполнялись следующие виды работ: - анализ документации по теме работы; - подготовка чертежей, планов, схем различных масштабов и назначения.
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение при оценке рисков с использованием ГИС-технологий	1.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности работ 1.2 Условия производства работ 1.3 Расчет затрат времени на производство работ 1.4 Расчет затрат материалов и оборудования 1.5 Расчет затрат на электроэнергию 1.6 Расчет заработной платы работника 1.7 Планирование и расчет фондов по статьям затрат
2. Нормативные документы	– <i>Налоговый кодекс РФ Статья 258;</i> – <i>Налоговый кодекс РФ Статья 144;</i> – <i>Налоговый кодекс РФ N 125;</i> – <i>Налоговый кодекс РФ, глава 34;</i> – <i>Налоговый кодекс РФ, глава 25;</i> – <i>Налоговый кодекс РФ, глава 21;</i> – <i>Постановление правительства РФ от 23.05.2016 г. n.1 ст.2.</i>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Вершкова Елена Михайловна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2УМ61	Майер Софья Эдуардовна		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федерации** федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) 21.04.02 Землеустройство и кадастры  
Уровень образования магистратура  
Отделение геологии  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.04.2018	Разработка пояснительной записки ВКР	50
04.05.2018	Разработка графической части ВКР	40
28.05.2018	Устранение недостатков	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Евгения Александровна	К.Г.-М.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Попов Виктор Константинович	Д. Г.-М.Н.		



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 125 с., 27 рис., 32 табл., 22 источника, 5 прил.

Ключевые слова: оценка рисков для здоровья, ингаляционное воздействие, градостроительное зонирование, загрязнение воздуха, коэффициенты опасности.

Объектом исследования является территория города Томска.

Цель работы – оценка рисков для здоровья населения и оценка возможности их визуализации посредством геоинформационных технологий.

Описаны физико-географические, геологические, климатические условия района исследования и современное использование территории, изучен химический состав атмосферного воздуха, осуществлена оценка риска развития неканцерогенных эффектов у местного населения при хроническом ингаляционном воздействии и расчет суммарного риска, произведен учет экологической составляющей на градостроительное зонирование территории.

Новизна работы состоит в анализе пространственного размещения рисков для здоровья человека и определения районов г. Томска с наибольшей и наименьшей вероятностью развития неканцерогенных эффектов в динамике. Впервые были построены карты распределения рисков развития негативных эффектов от хронического ингаляционного воздействия по территории г. Томска, а также на основе этих данных дана оценка возможности внедрения методики оценки рисков в практику градостроительного зонирования.

В будущем планируется рассчитать экономическую составляющую рисков для прогнозирования затрат на здравоохранение.

## **Определения, обозначения и сокращения**

В работе использованы следующие термины с соответствующими определениями:

Оценка риска для здоровья человека – количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиваться в результате воздействия факторов среды обитания на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции [2].

Экспозиция – контакт организма с химическим, физическим или биологическим агентом [2].

Поступление – полученная стандартизованная во времени и массе тела экспозиция [2].

Хроническое ингаляционное воздействие – воздействие веществ, поступающих в организм через дыхательную систему [2].

Неканцерогенные эффекты – вредные эффекты, возникающие при воздействии неканцерогенных веществ и канцерогенов с негенотоксическим механизмом действия на организм человека [2].

Коэффициент опасности (HQ) – это отношение воздействующей дозы химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия [2].

Референтная доза/концентрация – суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учётом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения [2].

## Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>13</b>
<b>1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>16</b>
<b>2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	<b>22</b>
2.1 Геологическое строение .....	23
2.2 Рельеф и ландшафтные особенности .....	24
2.3 Климатическая характеристика .....	25
2.6 Современное использование территории города Томска.....	39
<b>3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	<b>45</b>
3.1 Полевые работы.....	45
3.2 Камеральная обработка данных.....	47
3.2.1 Методика оценки риска для здоровья населения.....	47
3.2.2 Учет влияния экологической составляющей на градостроительное зонирование территории .....	50
<b>4 ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ И УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ</b> .....	<b>52</b>
4.1 Динамика состояния атмосферного воздуха в черте г. Томска.....	52
4.2 Оценка риска для здоровья населения от воздействия индивидуальных компонентов .....	57
4.3 Оценка суммарного риска для здоровья населения.....	70
4.4 Учет влияния экологической составляющей на градостроительное зонирование территории .....	72
<b>5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b> .....	<b>77</b>
5.1 Экологическая безопасность.....	77
5.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	79
<b>6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b> .....	<b>86</b>
6.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ.....	86
6.2 Условия производства работ .....	87
6.3 Расчет затрат времени на производство работ .....	88
6.4 Расчет затрат материалов и оборудования .....	88
6.5 Расчет затрат на электроэнергию .....	91



## **Введение**

Сегодня во всем мире достаточно остро стоит вопрос экологического состояния окружающей среды. Развитие инфраструктуры и промышленности накладывает отпечаток на экологическую обстановку в целом и на здоровье человека в частности.

Оценка рисков является одним из инструментов для принятия различного рода управленческих решений для защиты населения от воздействий природного и техногенного характера, а также для прогнозирования подобных явлений.

Россия обладает крупными запасами земельных ресурсов, в связи с этим земельные отношения являются предметом особого внимания. В Земельном кодексе РФ закреплены основные положения, регулирующие основные технологические аспекты землепользования.

В данное время во всем мире и, в частности, в России наблюдается ухудшение экологической обстановки, при этом статьей 42 Конституции РФ закреплено право каждого на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии, что является противоречием. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» предусматривает обеспечение эффективного государственного управления охраной окружающей среды и использованием природных ресурсов для достижения благоприятного состояния среды.

В связи с этим, возрастает роль оценки состояния и мониторинга земель в информационном обеспечении регулирования землепользования и охраны земель, что наиболее характерно именно для городских условий [1]. Если в 2005 г. около 50% населения планеты проживало в городах, в 2017 г. порядка 70%, то по прогнозам Организации объединенных наций, к 2030 году в городах будет жить 80% населения Земли.

Техногенные нагрузки на городские земли максимальны, а их состояние изменяется более резко, поэтому очевидна необходимость регулярных наблюдений за землями поселений и периодической оценки их состояния [1]. Одним из методов контроля является оценка рисков.

В геоинформационном мониторинге основным элементом является создание и поддержка в актуальном состоянии геоинформационной основы на территорию объекта мониторинга. В этой связи важным является понятие экологического картографирования, так как в рассматриваемой схеме именно благодаря применению технологий экологического картографирования возможно выполнять геоинформационный анализ и геоинформационное моделирование. В современном понимании, экологическое картографирование, преследует основную цель – информационное обеспечение принятия управленческих решений по устойчивому и опережающему развитию территорий [15]

Оценка риска для здоровья – процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания [5]

**Цель исследования:** оценка рисков для здоровья населения и оценка возможности их визуализации посредством геоинформационных технологий

**Задачи:**

1. Проанализировать концентрации загрязняющих веществ в воздухе.
2. Проанализировать динамику коэффициентов опасности от хронического ингаляционного воздействия.
3. Выявить возможные источники негативного воздействия на окружающую среду.
4. Построить карты распределения рисков развития неканцерогенных эффектов от хронического ингаляционного воздействия.

5. Оценить возможность внедрения данного метода исследования в практическую деятельность, в частности, в процесс градостроительного зонирования территории.

Новизна работы состоит в анализе пространственного размещения рисков для здоровья человека при хроническом ингаляционном воздействии и определения районов г. Томска с наибольшей и наименьшей вероятностью развития неканцерогенных эффектов в динамике. Впервые были построены карты распределения рисков развития негативных эффектов от хронического ингаляционного воздействия по территории г. Томска, а также на основе этих данных приведен ряд рекомендаций, способствующих улучшению экологической ситуации.

## 1 Аналитический обзор литературы

Риск для здоровья, который характеризует собой вероятность развития у населения неблагоприятных для здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения окружающей среды, находится на методическом обеспечении Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека РФ и ее территориальных подразделений.

На Законодательном уровне методология оценки риска была закреплена Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ и Главного государственного инспектора РФ по охране природы «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» (от 10.11.1997 № 25 и 03-1924-3486). Согласно этому постановлению методика оценки риска для здоровья человека используется при:

- экономическом анализе управления риском (оценка «затраты – эффективность»),
- в экологическом и санитарном надзоре,
- эколого-гигиенической экспертизе,
- экологической и гигиенической паспортизации промышленных объектов,
- проведении экологического аудита,
- определении зон экологического бедствия и чрезвычайной экологической ситуации,
- социально-гигиеническом мониторинге, а именно в части оценки воздействия окружающей среды на здоровье населения, и др.



В последствии, в ряде нормативных документов концепция риска для здоровья также нашла свое отражение. Основными законодательными актами в области оценки рисков на сегодняшний день являются:

- Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;
- постановление Правительства РФ от 02.02.2006 № 60 «Положение о социально-гигиеническом мониторинге»;
- Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.

Современная методология сравнительной оценки риска предусматривает параллельное рассмотрение рисков для здоровья, экологических рисков, обусловленных нарушением экосистем и вредными влияниями на водные и наземные организмы (кроме человека), рисков снижения качества и ухудшения условий жизни. Цель сравнительной оценки риска – выявление приоритетных проблем, связанных с окружающей средой. Обычно сравнительная оценка предшествует проведению углубленных исследований по оценке риска для здоровья и осуществляется путем экспертного анализа имеющихся данных о возможных неблагоприятных эффектах химических веществ [2].

Оценка рисков является составной частью процесса управления рисками и предоставляет возможность понять, является ли уровень риска допустимым или необходимо принимать какие-либо меры по его устранению.

Исследования по оценке рисков различного происхождения проводятся во всем мире. Так, например, в работе [3] приводятся результаты исследования в рамках проекта «Risk map Germany», проводимых в Центре по борьбе со стихийными бедствиями и снижению риска (CEDIM). Целью данного проекта является ГИС-визуализация опасности и рисков в результате природных чрезвычайных ситуаций для территории Германии. Основная цель создания карты

риска в данном проекте – провести количественную оценку этих рисков в масштабах всей страны. Для стихийных бедствий зимняя буря, наводнение и землетрясение, а также техногенные опасности разрабатываются методы для определения и сравнения рисков в общей базе данных. Кроме того, выполняется оценка активов, которые были затронуты, главным образом, это ущерб частным зданиям, а также исследуется влияние таких событий, как землетрясения и наводнения, на транспортную сеть.

В отчете [4] представлен обзор как европейских методологий по оценке комплексного риска, так и методологий, разработанных в других странах мира. Также в странах Европейского союза существует несколько методик, рассматривающих комплексный подход при оценке рисков. К ним относятся: TEMPAR (The European Multi-Hazard Risk Assessment Project), EC TIGRA project, DDRM (France) multi-risk approach и другие. Подобные подходы существуют в США, Австралии, Таджикистане. Все они преследуют цель оценки природных опасностей в комплексе.

Авторы поясняют, что главная цель проекта АРМОНИЯ заключается в том, чтобы предложить гармонизированный и инновационный методологический подход в качестве фундаментального инструмента сокращения потерь от стихийных бедствий путем правильного планирования землепользования и управления сельскими районами и дальнейшего развития сельских районов с инфраструктурой (дороги, мосты, водоснабжение, канализация, системы электроснабжения и т. д.) и районов города.

Другой важной проблемой АРМОНИИ является исследование потенциальных интеграции рисков для разработки фактической оценки риска.

В настоящее время нет единого определения «многоопасности» в соответствии с не очень большим международным опытом и современным уровнем в этой конкретной теме. Поэтому карты с несколькими рисками, следуя анализу

современного уровня техники, а также основным вопросам исследований в этой области, могут быть получены следующим образом:

1. идентификация отдельных опасностей для основных пространственных масштабов АРМОНИИ (стратегический региональный, местный);

2. оценка функций уязвимости для любой отдельной категории естественных событий, имеющих в качестве входных данных информацию о местоположении события, интенсивности или степени опасности категории и в качестве выходного среднего ожидаемого ущерба;

3. оценка кривых хрупкости, когда это возможно, для любой отдельной категории (например, для сейсмической опасности процент трещин в стенах, процент небезопасных зданий, процент разрушающихся зданий) для определенных категорий экспонированных элементов, определяемых территориальными планировщиками;

4. анализ риска для любой отдельной категории опасности;

5. Согласование различных индивидуальных значений ущерба (риска);

Для реализации карт с несколькими рисками становится необходимо создавать кривые уязвимости, имеющие в качестве входных данных индивидуальную опасность (например, интенсивность, величина, категория) и средние потери, определяемые как вероятность возникновения (кривая хрупкости).

В работе [5] приведены результаты оценки регионального риска для районов, прилегающих к потенциальным источникам крупных опасностей. Данное исследование показало, что с помощью автоматизированных ГИС-инструментов можно упростить процесс расчета серьезности, оценки уязвимости и сопоставления рисков на примере одного из районов северного Китая.

Российские исследователи также занимались вопросом оценки рисков с применением ГИС. Так в работе [6] Чапарин А.Н. разработал методику и обозначил пять этапов оценки экологического риска в интересах жилищно-коммунального хозяйства промышленных территорий с последующим картографированием на базе

ПО «Призма». Также исследованием установлено, что экологический риск, как форма отображения последствий ухудшения геоэкологической ситуации, позволяет оценивать последствия негативного воздействия поллютантов в показателях ухудшения состояния здоровья или увеличения смертности населения на исследуемой территории. Данные оценки позволяют на ранней стадии формирования проектов развития промышленных зон, населенных пунктов и отдельных регионов определять наиболее проблемные в геоэкологическом отношении территории.

В работе установлено, что программным решением оценки экологического риска и его отображения в ГИС, является комплексирование трех разнородных операционных блока: первый блок – использование программы расчета загрязнения атмосферы, с зонированием территорий по показателю концентраций (ПДК) поллютанта; второй блок – зонирование территории по показателю риска; третий блок – отображение экологического риска в ГИС.

В работе «Оценка природно-техногенной опасности и риска территории Красноярского края с применением ГИС-технологий» [7] на основе анализа чрезвычайных ситуаций за 2001 – 2006 гг. выполнены оценки индивидуальных, коллективных, социальных и комплексных рисков техногенных, природных и природно-техногенных чрезвычайных ситуаций в Красноярском крае. Разработана ГИС-технология построения карт рискоопасных природных территорий и выполнено районирование территории края по уровню риска.

Полученные результаты указывают на принципиальную возможность решения задачи оценки и районирования рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера с построением карт или атласов риска как для отдельных территорий, так и в целом для Сибирского федерального округа.

Томск является одним из крупных промышленных центров Западной Сибири. В городе располагаются предприятия топливной, энергетической, лесной и деревообрабатывающей, а также химической промышленности. Территория

исследования насчитывает более 30 предприятий гипотетический оказывающих влияние на окружающую среду.

Разработка методики комплексной оценки рисков для здоровья позволит выявить негативные воздействия и своевременно принять меры по их минимизации и устранению.

## 2 Характеристика района исследования

Томск – является крупным научным, культурным и промышленным центром Сибирского федерального округа России, административным центром Томской области. Город располагает исключительным историко-культурным наследием, среди которого особо выделяются шедевры регионального деревянного зодчества.

Город располагается на территории Западно-Сибирской равнины на правом берегу судоходной реки Томи и ее притока – реки Ушайки. На севере и северо-западе ниже по течению Оби расположены крупные по значению и населению центры нефтегазовых районов Западной Сибири – Нижневартовск и Сургут.

Томск расположен на ответвлении от Транссибирской железнодорожной магистрали. Автодороги – основные виды наземной связи Томска с прилегающими территориями.

Территория города составляет 0,3 тыс. кв. км, население 590,7 тыс. человек.



Рисунок 1 – Административное положение г. Томска на карте Томской области

## 2.1 Геологическое строение

В тектоническом отношении город расположен на сочленении Томь-Колыванской складчатой зоны и Западно-Сибирской плиты (тектонические структуры I порядка, разделенные тектоническими разломами). Городская территория расположена в пределах Томь-Колыванской складчатой зоны, разбитой тектоническими нарушениями на три блока (Южный, Северный и Западный), входящих в состав Томского выступа данной зоны.

Геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические условия определяются граничным положением на сочленении Западно-Сибирской плиты и Томь-Колыванской складчатой зоны.

Тектонический разлом I порядка (субмеридианального направления) копируется р. Томью, нарушения II порядка (субширотного направления) – притоками р. Томь (Ушайка, М. Киргизка, Басандайка и пр.), более мелкого порядка – притоками малых рек. Нарушения II порядка делят правобережную часть на блоки: Басандайский, Южный, Северный, Кузовлевский.

Верхний структурный этаж несогласно залегает на сильно дислоцированных отложениях палеозоя, при этом проявления тектонических процессов не сказались на состоянии и условиях залегания.

Геологическое строение рассматриваемой территории определяется теми процессами, которые на протяжении геологического возраста происходили на данной территории. К ним относятся процессы тектонического преобразования, эрозионной и аккумулятивной деятельности.

В геологическом строении принимают участие отложения различного возраста и генезиса: от каменноугольных (отложения фундамента, выходящего на поверхность в бортах малых рек) до четвертичных (от склоновых отложений Томь-Яйского водораздела до современных отложений поймы р. Томи) [8].

## 2.2 Рельеф и ландшафтные особенности

В геоморфологическом отношении город расположен в пределах западного склона Томь-Яйского водораздела и представляет собой всхолмленную равнину, сформировавшуюся в четвертичное время под действием эрозионных процессов и аккумулятивной деятельности. Абсолютные отметки в пределах города колеблются от 73 до 210 м.

Основными формами рельефа являются водораздел и речные террасы [8]. Река Томь имеет ассиметричную долину, плоскую в левобережной части и крутосклонную – на правом берегу. Ширина долины может достигать 5 км.

В пределах городской территории выделяются следующие геоморфологические элементы:

- Томь-Яйский водораздел и его склоны – основная геоморфологическая структура, имеющая доминирующее распространение в пределах городской территории (абсолютные отметки изменяются от 90 – 110 до 210 м). Однако в результате эрозионной деятельности водных потоков в пределах водораздела сформировались такие типы рельефа, как аккумулятивный, аккумулятивно-эрозионный и абразионный, отличающиеся степенью эродированности, подверженности другим экзогенным геологическим процессам. Собственно аккумулятивная часть водораздела (абсолютные отметки от 200м и более) имеет относительно пологий рельеф, заболоченный в понижениях. Эрозионный склон водораздела (абсолютные отметки 170 – 190 до 200 м) - от полого наклонного до крутого (уклоны поверхности могут достигать более 30%), рельеф бугристо-западинный, осложнен оврагами, оползнями. Абразионный склон водораздела по границам тектонических блоков круто обрывается к р. Томь и ее притокам. В рельефе отчетливо прослеживаются отдельные уступы в виде полого наклоненных ступеней, образованных в результате отступления древнего пресноводного



моря. Рельеф также осложнен овражно-балочной сетью, оползнями, имеются многочисленные выходы родников.

Особенностью современного состояния ландшафтов междуречья является значительное и разнообразное антропогенное воздействие. Наиболее значимыми типами воздействия являются наличие населенных пунктов, эксплуатация Томского водозабора, деятельность сельскохозяйственных предприятий, вырубка леса, рекреационная деятельность [12].

Сельскохозяйственные угодья выделяются в виде нескольких массивов и приурочены к наиболее плодородным серым лесным почвам и пойменным ландшафтам. Площадь сельскохозяйственных угодий 61,3 тыс. га, из которых 70% составляет пашня. По данным исследователей из Томского государственного университета, здесь активно развиваются процессы водной и ветровой эрозии, деградация и снижение плодородия, загрязнение почв тяжелыми металлами, пестицидами, биологическое загрязнение почв отходами животноводства и др. С населенными пунктами связаны многочисленные несанкционированные свалки бытовых отходов.

В настоящее время часть коренных лесных массивов междуречья вырублена и представлена производными березово-осиновыми или осиново-березовыми лесами и сосновыми молодняками. Коренные сосновые леса сохранились небольшими массивами и приурочены, главным образом, к ложбинам древнего стока, часто заболочены.

### **2.3 Климатическая характеристика**

Климатическая характеристика района исследований приведена по данным ближайшей репрезентативной метеостанции (м.ст.) Томск.

Климат района резко континентальный. Характеризуется холодной продолжительной зимой, с сильными ветрами, метелями, устойчивым снежным покровом и довольно жарким летом.

Переходные сезоны короткие, с резкими колебаниями температуры. Весна и начало лета засушливы.

*Атмосферная циркуляция.* Климатические особенности данной территории определяет ее географическое положение. Барьером на пути воздушных масс,двигающихся с запада, служит Уральский хребет, с востока - Восточно-Сибирская возвышенность.

Зимой над рассматриваемой территорией располагается область повышенного давления в виде отрога сибирского антициклона.

Летом территория находится под воздействием области пониженного давления, связанной с обширной областью континентальной азиатской термической депрессии, которая является результатом циклонической деятельности арктического и полярного фронтов. Морской воздух, поступающий с запада в антициклонах, также преобразуется в континентальный.

Таким образом, над рассматриваемой территорией, как летом, так и зимой преобладают континентальные воздушные массы, что ведет к повышению температуры воздуха летом и понижению ее зимой.

*Ветровой режим.* В течение всего года преобладающими являются ветры южного направления (таблица 1, рисунок 2). Средняя годовая скорость ветра составляет 3,6 м/с. Средние месячные скорости ветра изменяются в пределах 2,5 – 4,2 м/с (таблица 2). Максимальная скорость ветра составляет 34 м/с.

Таблица 1 – Повторяемость направлений ветра и штилей (%) по метеостанции Томск

Месяц	Направление ветра								Штиль
	С	В	В	В	Ю	З	З	З	
I	4	8	10	7	8	8	3	2	7
II	6	1	2	7	3	5	3	3	10
III	8	0	8	9	40	6	4	5	8
IV	1	0	0	8	9	4	9	9	6
V	8	9	8	6	23	3	1	2	8
VI	2	1	2	5	3	0	9	8	12
VII	4	7	8	12	9	7	5	8	17
VIII	2	4	4	4	8	1	9	8	16
IX	1	9	1	7	7	1	8	6	17
X	5	7	8	3	36	9	7	5	13
XI	4	4	6	1	1	24	7	3	12
XII	6	8	0	9	4	8	3	2	11
Год	9	0	1	1	3	5	7	4	11

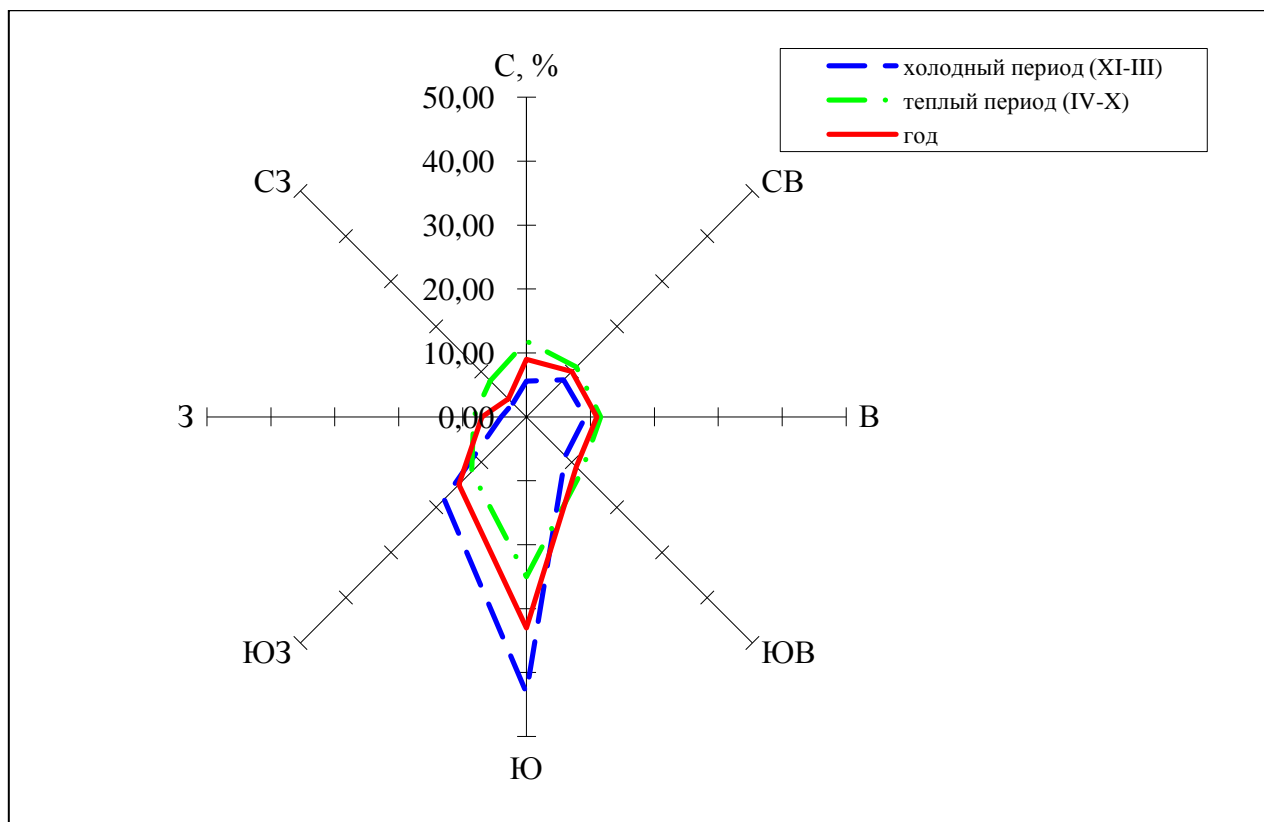


Рисунок 2 – Годовая и сезонные розы ветров по метеостанции Томск

Таблица 2 – Средняя месячная и годовая скорость ветра по данным метеостанции Томск

В метрах в секунду

І	ІІ	ІІІ	ІV	V	І	ІІ	ІІІ	Х	Х	І	ІІ	Год
4,2	4,1	4,1	3,6	3,5	2,9	2,5	2,5	3,0	3,9	4,2	4,2	3,6

Согласно [13] исследуемая территория относится к III ветровому району, нормативное значение ветрового давления составляет 0,38 кПа (38 кгс/м<sup>2</sup>).

*Температура воздуха.* Средняя годовая температура воздуха равна плюс 0,5 °С. Самым холодным месяцем является январь со среднемесячной температурой воздуха минус 17,9 °С. Средняя месячная температура июля, самого теплого месяца, составляет плюс 18,7 °С (таблица 3).

Продолжительность теплого и холодного периодов составляет 7 и 5 месяцев соответственно.

Таблица 3 – Средняя месячная и годовая температура воздуха по метеостанции Томск

В градусах Цельсия

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-17,9	-15,7	-7,7	1,2	9,7	15,9	18,7	15,3	9,0	1,3	-8,5	-15,4	0,5

Абсолютный максимум температуры воздуха за многолетний период составил плюс 35,1°С (11.07.1975 г.), абсолютный минимум – минус 55,0 °С (06.01.1931 г.) (таблицы 4 – 5).

Таблица 4 – Абсолютный минимум температуры воздуха по метеостанции Томск

В градусах Цельсия

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-55,0	-51,3	-42,4	-31,1	-17,5	-3,5	1,5	-1,6	-8,1	-29,1	-48,3	-50,0	-55,0

Таблица 5 – Абсолютный максимум температуры воздуха по метеостанции Томск

В градусах Цельсия

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
3,7	7,1	13,7	26,5	34,4	34,7	35,1	33,8	30,3	25,1	11,2	6,5	35,1

Среднее годовое значение из абсолютных минимумов температуры воздуха равно минус 44 °С, среднее годовое из абсолютных максимумов – плюс 32 °С (таблицы 6 – 7).

Таблица 6 – Средняя из абсолютных минимумов температура воздуха по метеостанции Томск

В градусах Цельсия

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-40	-37	-31	-17	-5	2	7	3	-3	-14	-30	-39	-44

Таблица 7 – Средняя из абсолютных максимумов температура воздуха по метеостанции Томск

В градусах Цельсия

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-3	-1	6	17	27	31	31	28	24	17	4	-1	32

Расчетная температура самой холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 составляет минус 39 °С, обеспеченностью 0,98 – минус 41 °С. Расчетная температура самых холодных суток обеспеченностью 0,92 составляет минус 43 °С, обеспеченностью 0,98 – минус 44 °С [14].

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью происходит в третьей декаде октября, весной – в середине апреля (таблица 8). Первые заморозки отмечаются обычно во второй декаде сентября, последние – в третьей декаде мая. Безморозный период составляет в среднем 115 дней (таблица 9).

Таблица 8 – Даты перехода средней суточной температуры воздуха через определенные пределы и число дней с температурой выше и ниже этих пределов по метеостанции Томск

Характеристика	Предел				
	-10 °С	-5 °С	0 °С	+5 °С	+10 °С
Переход температуры весной	16.03	30.03	14.04	01.05	11.05
Переход температуры осенью	13.11	01.11	26.10	04.10	12.09
Число дней с температурой выше	241	215	191	155	120
Число дней с температурой ниже	124	150	174	210	245

Таблица 9 – Даты наступления заморозков и продолжительность безморозного периода по метеостанции Томск

Дата последнего заморозка			Дата первого заморозка			Продолжительность безморозного периода, дни		
средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	наименьшая	наибольшая
25.05	30.04	13.06	18.09	19.08	08.10	115	86	155

*Температура и глубина промерзания почвы.* Температурный режим почвы, в большей степени, чем температура воздуха, подвержен влиянию локальных микроклиматических факторов, прежде всего – состояния поверхности почвы, ее типа, механического состава, влажности, растительного покрова и т.д.

Наиболее низкая температура поверхности почвы наблюдается в январе и феврале (минус 20 °С), наиболее высокая – в июле (плюс 23 °С). Средняя годовая температура поверхности почвы равна плюс 0 °С (таблица 10).

Таблица 10 – Средняя месячная и годовая температура поверхности почвы по метеостанции Томск

В градусах Цельсия

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-20	-20	-11	0	11	20	23	17	10	0	-11	-18	0

С глубиной температура почвы в летние месяцы убывает, в зимние, напротив, температура почвы с глубиной выше, так как сначала охлаждается ее поверхность. Начиная с глубины 0,8 м, средняя месячная температура почвы имеет только положительные значения. Средняя месячная и годовая температура почвы по вытяжным термометрам приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Средняя месячная и годовая температура поверхности почвы по вытяжным термометрам по метеостанции Томск

Глубина, м	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0,2	-0,5	-0,7	-0,5	0,3	7,8	15,4	19,0	17,2	11,7	5,3	0,9	-0,1	6,3
0,4	0,4	0,0	-0,1	0,3	5,7	12,7	16,2	15,5	11,4	5,9	2,0	0,8	5,9
0,8	1,4	0,9	0,7	0,7	3,6	9,6	13,3	14,2	11,7	7,5	3,8	2,1	5,8
1,2	2,1	1,6	1,3	1,2	3,1	7,3	11,7	13,1	12,3	8,3	4,8	3,0	5,8
1,6	2,9	2,3	1,9	1,7	2,7	6,6	9,9	11,8	11,3	8,9	5,8	3,9	5,8
2,4	4,2	3,5	3,0	2,6	2,8	5,0	7,5	9,5	14,7	8,9	7,0	5,3	6,2
3,2	5,2	4,6	4,0	3,5	3,2	4,3	6,0	7,6	8,6	8,5	7,4	6,2	5,8

За период с 1951 по 1985 средняя из наибольших глубина промерзания почвы составила 70 см, максимальная – 150 см (1957 г.); за период 1989 – 2007 гг. средняя из наибольших глубина промерзания почвы составила 56 см, максимальная – 78 см (2006 г.).

Средняя продолжительность периода промерзания составляет 199 дней.

*Осадки.* Средняя многолетняя сумма осадков составляет 591 мм. Распределение их в течение года неравномерно. Большая часть осадков выпадает в теплый период года (69 %), на холодный период приходится 31 % годовой суммы осадков (таблица 12).

Таблица 12 – Месячное и годовое количество осадков с поправками на смачивание по метеостанции Томск

В миллиметрах

Осадки												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
34	23	28	31	51	67	77	76	49	55	58	42	591



Наибольшая годовая сумма осадков за период наблюдений составила 745 мм (1987 г.), наименьшая – 406 мм (1980 г.). Наибольшее количество осадков за месяц выпало в сентябре 1996 г. – 143 мм, наименьшее (1,9 мм) наблюдалось в июле 1977 г. Наибольший суточный слой осадков – 80,5 мм (15.08.1994 г.). Суточный слой осадков 1 % обеспеченности составляет 79 мм.

Максимальная интенсивность осадков за интервал времени, равный 5 минутам, составляет 2,0 мм/мин (1936 – 1964 гг.) и 7,8 мм/мин (1965 – 2006 гг.).

*Снежный покров.* Снежный покров появляется во второй декаде октября. Устойчивый снежный покров образуется в третьей декаде октября, разрушается – во второй декаде апреля. Сход снежного покрова происходит в конце апреля. Средняя продолжительность периода со снежным покровом составляет 178 дней (таблица 13).

Максимальной высоты снежный покров достигает в первой декаде марта. Наибольшая высота снежного покрова из наибольших за зиму за многолетний период составила в поле – 79 см (таблица 14).

Расчетное значение веса снежного покрова равно 240 кгс/м<sup>2</sup> [13].

Таблица 13 – Даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова по метеостанции Томск

Среднее число дней со снежным покровом	Дата появления снежного покрова			Дата образования			Дата разрушения			Дата схода снежного покрова		
				устойчивого снежного покрова								
	сред-няя	ран-няя	позд-няя	сред-няя	ран-няя	позд-няя	сред-няя	ран-няя	позд-няя	сред-няя	ран-няя	позд-няя
178	15.10	23.09	19.11	28.10	01.10	15.11	18.04	23.03	05.05	30.04	12.04	26.05

Таблица 14 – Высота снежного покрова по снегосъемкам на последний день декады (см) по метеостанции Томск

Месяцы																				Из наибольших за зиму				
X			XI			XII			I			II			III			IV					V	
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	сред.	макс.	мин.
Поле																								
•	•	•	14	20	25	30	34	39	40	43	44	46	50	50	51	50	43	30	•	•	•	56	79	30

*Влажность воздуха.* Среднее годовое значение относительной влажности в районе изысканий составляет 74 % (таблица 15). Наиболее высокое значение относительной влажности приурочено к ноябрю и составляет 81 %. Наименьшее значение относительной влажности наблюдается в мае и составляет 60 %.

Таблица 15 – Средняя месячная и годовая влажность воздуха по метеостанции Томск

В процентах

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
78	76	72	65	60	67	73	78	77	78	81	80	74

Среднее годовое значение парциального давления водяного пара по данным наблюдений на метеостанции Томск составляет 6,3 гПа (таблица 16). Наибольшие средние месячные значения парциального давления водяного пара наблюдаются в июле (15,4 гПа), наименьшие – в январе-феврале (1,4 –1,5 гПа).

Таблица 16 – Среднее месячное и годовое значение парциального давления водяного пара по метеостанции Томск

В гектопаскалях

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1,4	1,5	2,4	4,4	6,9	11,8	15,4	13,3	9,0	5,2	2,8	1,7	6,3

Средний годовой дефицит влажности воздуха составляет 2,9 гПа (таблица 17). Начиная с мая, значения дефицита насыщения увеличиваются и в июне достигают максимума 7,1 гПа. Минимальные значения приходятся на зимние месяцы и составляют 0,3 – 0,4 гПа.

Таблица 17 – Среднее месячное и годовое значение дефицита насыщения по метеостанции Томск

В гектопаскалях

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0,3	0,5	1,0	2,7	5,7	7,1	6,9	4,5	3,4	1,8	0,6	0,4	2,9

*Атмосферные явления.*

*Туманы.* За год среднее количество дней с туманами составляет 28, наибольшее – 60.

*Метели.* За год среднее количество дней с метелью составляет 46, наибольшее – 83.

*Грозы.* Среднегодовое количество дней с грозой составляет 26, наибольшее – 42. Средняя продолжительность гроз в году равна 47,8 часа, максимальная непрерывная продолжительность составляет 14,7 часа.

*Град.* Среднее число дней с градом в году составляет 1,5. Наибольшее число дней с градом в году составляет 6.

## ***Опасные метеорологические процессы и явления***

Метеорологические явления и величины относятся к опасным при достижении ими соответствующих критических значений (критериев). Критерии устанавливаются либо по вероятности возникновения явлений, либо "директивно" с учетом результатов анализа данных гидрометеорологических наблюдений за многолетний период.

Перечень и критерии опасных метеорологических явлений на территории Томской области приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Перечень и критерии опасных метеорологических явлений

Процессы, явления	Количественные показатели проявления процессов и явлений
1	2
Очень сильный ветер	Скорость ветра (включая порывы) 25 м/с и более
Ураганный ветер (ураган)	Ветер при достижении скорости при порывах 33 м/с и более
Шквал	Резкое кратковременное (в течение нескольких минут, но не менее 1 мин) усиление ветра до 25 м/с и более
Смерч	Сильный маломасштабный вихрь в виде столба или воронки, направленный от облака к подстилающей поверхности
Сильный ливень	Сильный ливневый дождь с количеством выпавших осадков не менее 30 мм за период не более 1 ч
Очень сильный дождь (очень сильный дождь со снегом, очень сильный мокрый снег, очень сильный снег с дождем)	Значительные жидкие или смешанные осадки (дождь, ливневый дождь, дождь со снегом, мокрый снег) с количеством выпавших осадков не менее 50 мм за период времени не более 12 ч
Очень сильный снег	Значительные твердые осадки (снег, ливневый снег) с количеством выпавших осадков не менее 20 мм за период времени не более 12 ч
Продолжительный сильный дождь	Дождь с короткими перерывами (не более 1 ч) с количеством осадков не менее 100 мм за период времени более 12 ч, но менее или равно 48 ч, или 120 мм за период времени более 2 суток.
Крупный град	Град диаметром 20 мм и более.
Сильная метель (в том числе низовая)	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с минимальной метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью не менее 12 ч
Сильная пыльная (песчаная) буря	Перенос пыли (песка) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью не менее 6 ч

Продолжение таблицы 18

1	2
Сильный туман (сильная мгла)	Сильное помутнение воздуха за счет скопления мельчайших частиц воды (пыли, продуктов горения), при котором значение метеорологической дальности видимости не более 50 м. продолжительностью не менее 6 ч
Сильное гололедно-изморозевое отложение	Диаметр отложения на проводах гололедного станка: гололеда – диаметром не менее 20 мм; сложного отложения или мокрого (замерзающего) снега – диаметром не менее 35 мм; изморози – диаметр отложения не менее 50 мм
Сильный мороз	В период с ноября по март значение минимальной температуры воздуха минус 40 °С и ниже в течение 3 суток и более
Аномально-холодная погода	Минимальная температура воздуха минус 35 °С и ниже в течение 5 суток и более
Сильная жара	В период с мая по август значение максимальной температуры воздуха достигает плюс 35 °и выше в течение 3 суток и более
Аномально- жаркая погода	Максимальная температура воздуха плюс 30 °С и выше в течение 5 суток и более
Чрезвычайная пожарная опасность	Показатель пожарной опасности относится к 5 классу (10000 °С по формуле Нестерова)

В таблице 19 приведен перечень и критерии гидрометеорологических явлений, сочетания которых образуют опасные природные явления.

Таблица 19 – Перечень комплексов метеорологических явлений

Наименование явлений, сочетания которых образуют опасные явления	Критерии гидрометеорологических явлений, сочетания которых образуют опасные явления
1	2
Сильный ветер	Скорость ветра (включая порывы) 20 – 24 м/с.
Гололедно-изморозевые отложения	Диаметр отложения на проводах гололедного станка: гололед – 10 – 19 мм; сложного отложения и (или) налипания мокрого снега – 20 – 34 мм; изморозь –35 – 49 мм
Туман, морозный туман	Помутнение воздуха за счет скопления мельчайших частиц воды, при котором значение метеорологической дальности видимости более 50 м, но менее 500 м продолжительностью не менее 6 ч
Низкие температуры	Значение минимальной температуры воздуха минус 30 °С и ниже любой продолжительности
Сильный дождь (дождь со снегом, мокрый снег, снег с дождем)	Не менее 35 мм, (в горных селеопасных районах – не менее 20 мм) за период не более 12 ч.
Сильный снег	Снег, ливневый снег с количеством выпавших осадков 14 – 19 мм за период времени не более 12 ч

Продолжение таблицы 19

1	2
Метели	Средняя скорость ветра 12 м/с и более, видимость 1000 м и менее продолжительностью 3 часа и более
Ливень	Не менее 20 мм за период не более 1 ч
Град	Диаметр менее 20 мм
Гроза	Наличие явления
Высокая пожарная опасность	Показатель пожарной опасности относится к 4 классу по В.Г.Нестерову
Высокие температуры	Значение максимальной температуры воздуха достигает плюс 30 – 34°С любой продолжительности.

Для территории Томской области характерно большинство из известных опасных природных процессов и явлений: сильные морозы, гололедные явления, гололедно – изморозевые отложения на проводах, налипание мокрого снега, высокие уровни воды, лесные и торфяные пожары.

Равнинный характер территории Томской области и резкие колебания температуры воздуха создают угрозу возникновения сильных ветров со скоростью более 30 м/с, которые отмечаются почти ежегодно. Сильные ветра угрожают нарушением коммуникаций, срывом крыш зданий и выкорчевыванием деревьев. В результате ураганного ветра могут получить повреждения объекты связи, энергоснабжения. С приближением холодного фронта и формированием мощных кучевых облаков связано возникновение шквалов – внезапного резкого усиления ветра на 8 м/с и более за короткий промежуток времени с изменением направления. За период 1991 – 1997 гг. в Томском районе было зафиксировано 32 случая шквала, за 1991 – 2004 г. – 64.

Вероятность сильных снегопадов возникает с декабря по февраль. При этом возможно налипание мокрого снега на линии электропередач, затруднение работы автотранспорта.

При сильном гололеде нарушается работа автотранспорта, возрастает гололедная нагрузка на провода.

Интенсивные и продолжительные осадки также относятся к наиболее опасным гидрометеорологическим явлениям. В среднем за лето в виде ливней выпадает 46 – 51 % осадков. Экстремальным в этом отношении были 1987 г. и 1996 год. Так 30 июня 1987 года выпало 53,7 мм осадков за один ливень продолжительностью 5,5 часов. Вторым ливень шел 1 июля в течение 4 часов, за который выпало 20,6 мм осадков. Среди ливней теплого периода наибольшей эрозионной опасностью обладают ливни, следующие за продолжительными дождями, успевшими хорошо промочить почву с поверхности. Сильнейший ливень 27 июля 2011 г. привел к подтоплению 286 домов в г. Томске, пострадали подъезды и кровли домов.

На реках территории Томского района наблюдаются наводнения, причинами которых могут быть большие снегозапасы на речных бассейнах и дружность весны, заторы льда и выпадение ливневых осадков. Дождевые летние паводки, как правило, носят локальный характер, поэтому наводнения от них не распространяются на большие территории.

## **2.6 Современное использование территории города Томска**

Сложившаяся планировка города Томска представляет собой компактно-веерную структуру. Город расположен преимущественно на правом берегу реки Томи, Левобережная часть представлена поселками с индивидуальной жилой застройкой, рекреационными зонами и землями сельскохозяйственного назначения. Кроме того, на территории левого берега построен жилой микрорайон «Северный парк».

В планировочной структуре Томска выделяются две ярко выраженные исторические природно-планировочные оси – это р. Томь и р. Ушайка.

Томь является главной композиционной природной доминантой города, перпендикулярно к р. Томи расположилась р. Ушайка, вдоль которой, с учетом

исторических доминантных высот Юрточной и Воскресенской горы, происходило симметричное развитие исторического города. Историческая центральная часть, а также другие исторические территории города являются составляющими основы структуры города. Центральная часть города характеризуется компактной городской застройкой и обилием объектов культурного наследия Федерального и регионального уровня.

Ценной средовой характеристикой города Томска является сохранившаяся исторически-сложившаяся планировка исторического центра города с сохранившимися фрагментами застройки объектами историко-культурного наследия. В данное время На данный момент город имеет около 700 зданий и сооружений из дерева и камня. Особую ценность имеют целостные фрагменты расположенные в исторических районах «Елань», «Татарская слобода», район «Воскресенской горы», «Уржатка», «Новая деревня», «Болото» и др.

Структура города представлена 20 планировочными районами, применяющимися для целей комплексного анализа состояния городской среды и использования территории, а также оценки степени благоприятности для градостроительного развития. Укрупненно указанные планировочные районы объединены в пять групп для наиболее удобного анализа типологии городской территории (таблица 20). Выделение районов проведено на основе исторически сложившейся природно-исторической планировки, а также типов застройки.

Около 400 га в настоящее время принадлежит общественно-деловым зонам. В данных зонах размещаются административно-деловые и образовательные учреждения, объекты здравоохранения, культуры и искусства, физкультуры и спорта, а также торговые объекты.

Основной жилищный фонд города сосредоточен в жилых районах. Данные территориально-планировочные образования занимают значительные по площади участки городских земель, а именно 5309 га. Кварталы



многоэтажной жилой застройки и микрорайоны занимают территорию 841 га; среднеэтажная застройка (2 – 4 этажа) составляет 373 га; индивидуальное жилищное строительство – 2563 га.

Развитие жилой застройки в послевоенный период происходило одновременно с размещением крупных промышленных предприятий и производственных объектов. Основными районами массового жилищного строительства являются: жилые районы Иркутский тракт, Каштак, Центральный микрорайон и др.

Существенные территории города заняты кварталами, застроенными преимущественно индивидуальными жилыми домами в ветхом, или аварийном состоянии – так называемые «депрессивные районы». К таким районам относятся Спичфабрика, Черемошники, Мясокомбинат, Шпалопропиточный завод и др. Для нормализации ситуации в таких районах необходим комплекс мероприятий по реконструкции, благоустройству, инженерному оборудованию, и улучшению санитарно-гигиенических условий.

В последние годы во всех районах города прогрессирует развитие индивидуальной жилой застройки, что приводит к увеличению площади территорий малоэтажного строительства.

Рекреационная зона города Томска представлена парками, скверами, лесопарками и лесами. Наиболее крупными объектами являются – Лагерный сад, Университетская роща, Ботанический сад, Городской сад, Буф-сад, Михайловская роща, другие городские сады, скверы, бульвары, рощи, территории исторических кладбищ и городских ландшафтов – долины рек Томи и Ушайки, Университетское и Мавлюкеевское озеро, Юрточная гора, Воскресенская гора, Каштачная гора, Потаповы Лужки, другие городские и пригородные зоны отдыха. Площадь зеленых насаждений общего пользования составляет 198 га.

Территории садоводческих участков занимают сопоставимую площадь с площадью жилой застройки. Такие территории служат естественным резервом

для малоэтажного индивидуального жилищного строительства, в связи с тем, что располагаются на ценных с градостроительной точки зрения территориях.

Производственные объекты сгруппированы в крупные промышленные районы и зоны, но существенная часть таких зон расположена по всей территории города, включая центр и селитебные территории.

На территории Томска выделяют следующие основные производственные зоны:

- Северный промузел (ТНХК),
- Северо-восточный промузел,
- Промузел Речпорт,
- Юго-восточный промузел,
- Восточный промузел

Современное состояние города Томска характеризуется чересполосным функциональным зонированием. Это приводит к тому, что ряд жилых районов находится в непосредственной близости от производственных зон. В данном случае существует необходимость в осуществлении ряда мероприятий по структурированию зонирования, переносу вредных производств за городскую черту с последующим развитием на освободившейся территории общественно-деловых и коммерческих зон. В таблице 20 представлена планировочная оценка по микрорайонам территории г. Томска.

Таблица 20 – Планировочная оценка по укрупненным планировочным макроразонам территории г. Томска (градостроительная типология) [8]

Градостроительные типы территории	Основные характеристики и проблемы	Возможные мероприятия по территориальному планированию городской среды
1	2	3
<p><b>1. Исторический центр города, исторические территории</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – 4 – этажная деревянная, кирпичная застройка в основном конца XIX – начала XX века, с отдельным включением более современных зданий</li> <li>Наличие сохранившейся исторической планировочной системы, исторических элементов природного и городского ландшафта, объектов культурного наследия (памятников истории и культуры и ценной средовой застройки)</li> <li>• Неполное обеспечение инженерной инфраструктурой (деревянной застройки)</li> <li>• Неудовлетворительное состояние большей части жилого фонда, в основном созданного в начале XX века,</li> <li>• Недостаточное количество благоустроенных озелененных мест отдыха</li> <li>• Концентрация административных, деловых, обслуживающих функций</li> <li>• Транспортные проблемы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выборочная реконструкция с сохранением объектов историко – культурного наследия и учетом исторической градостроительной и архитектурной ценности территории</li> <li>• Соотнесение масштаба и характера новой застройки с исторической градостроительной средой <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обязательный учет регламентов и режимов Проекта зон охраны</li> </ul> </li> <li>• Реализация проекта комплексной реконструкции центра и регенерации исторической среды</li> <li>• Ввод грузового и транзитного движения</li> <li>• Развитие пешеходных зон</li> </ul>
<p><b>2. Районы «советского периода», сформированные в 1960 – 1980 годы: Каштак, мкр. Центральный, Иркутский тракт</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 – 9 – этажная застройка, кирпичная – «хрущевки», панельная – 1960 – 1980 –х годов</li> <li>• Районы, построенные по комплексным проектам «по требованиям минимального стандарта»,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Завершение градостроительного формирования районов</li> <li>• Комплексное благоустройство территорий</li> </ul>

Продолжение таблицы 20

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Развитая инженерная инфраструктура</li> <li>• Недостаточные уровни благоустройства, транспортного обслуживания и обеспечения объектами социальной инфраструктуры</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Улучшение транспортного обслуживания</li> <li>• Развитие объектов социальной инфраструктуры</li> <li>• Разработка проектов реконструкции и благоустройства</li> </ul>
<p><b>3. «Депрессивные» районы – неудовлетворяющие современным требованиям комфортности проживания: Московский тракт, Болото; Черемошники (Мясокомбинат, Шпалопропиточный завод, Спичфабрика, Дрожжзавод и др.)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – 2 – этажная индивидуальная застройка, в основном деревянная, начала – первой половины XX века</li> <li>• Ветхий (зачастую аварийный) малоценный некапитальный (деревянный) жилой фонд</li> <li>• Неудовлетворительное обеспечение инженерной инфраструктурой, в основном ее полное отсутствие</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Снос ветхого, аварийного фонда, за исключением объектов историко – культурного наследия, подлежащих сохранению и восстановлению</li> <li>• Разработка проектов реконструкции и планировки</li> <li>• Проведение работ по инженерной подготовке территории, комплексное благоустройство территории</li> <li>• Обеспечение территории транспортной и инженерной инфраструктурой</li> </ul>

### 3 Методика исследования

#### 3.1 Полевые работы

Отбор проб атмосферного воздуха в пределах города Томска осуществлялся ОГБУ «Областным комитетом охраны окружающей среды и природопользования» в летние месяцы 2014 – 2017 гг. Пробы отбирались на перекрестках улиц, а также в пределах детских площадок и зон отдыха населения. Общее количество точек опробования составляло 39, их расположение показано на рисунке 3, описание положения и список координат представлен в таблице 24.

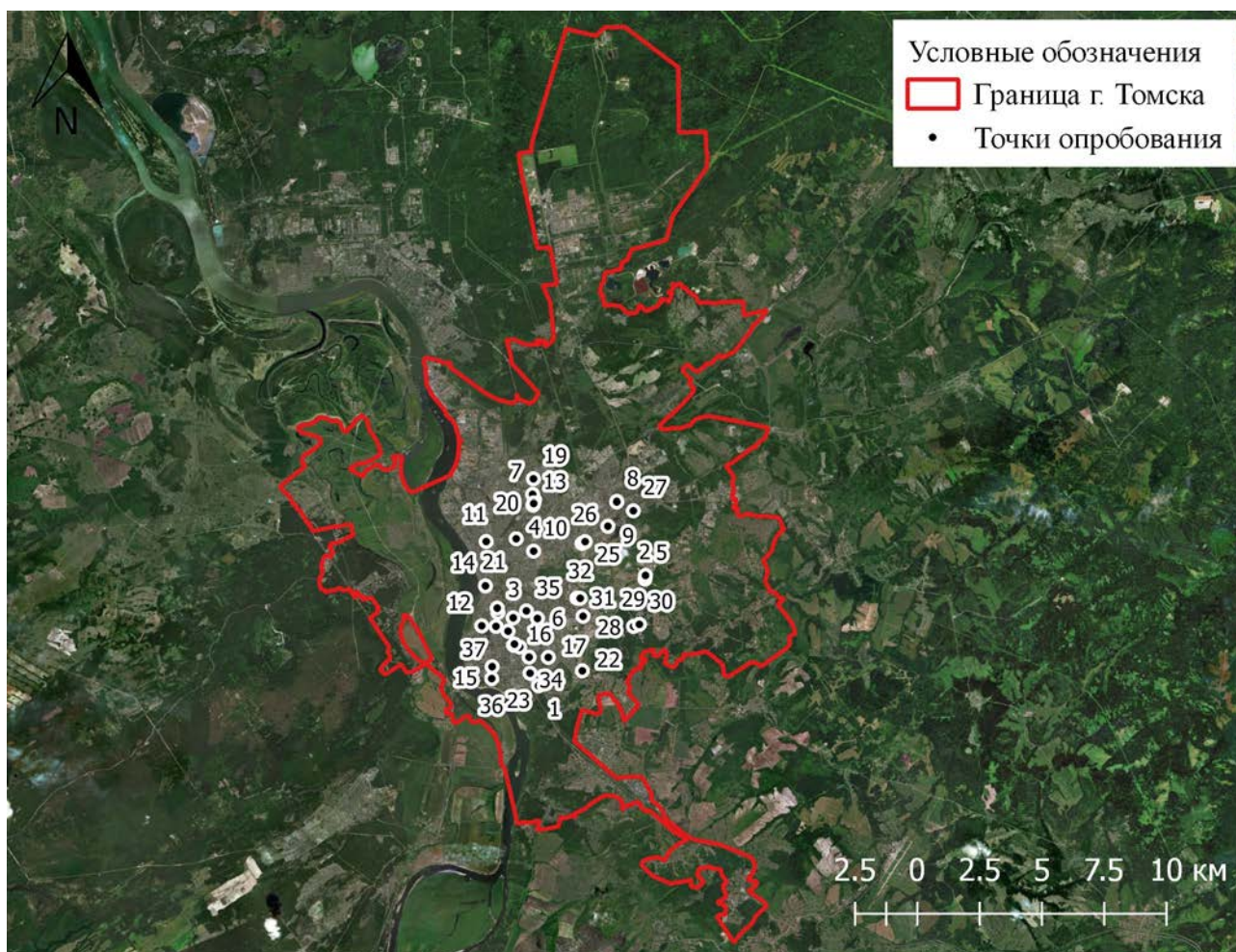


Рисунок 3 – Расположение точек опробования

Таблица 21 – Координаты точек опробования

система координат WGS-84

№	Точка опробования	N	E	№	Точка опробования	N	E
1	ул. Мокрушина – ул. Нефтяная	56,4516	84,9813	21	ул. К.Ильмера, 6	56,5048	84,9685
2	ул.Клюева – ул.Энтузиастов	56,4894	85,0519	22	ул. Короленко, 4	56,4567	85,0100
3	ул. Крылова, 20	56,4783	84,9557	23	ул.Елизаровых, 2	56,4562	84,9759
4	пр. Мира, 29	56,5186	84,9809	24	пр.Кирова, 37	56,4657	84,9695
5	ул.Энтузиастов, 45	56,4907	85,0523	25	ул. Иркутский тракт, 33	56,5027	85,0114
6	пр.Фрунзе – пр.Комсомольский	56,4759	84,9814	26	ул. Иркутский тракт, 37	56,5033	85,0134
7	пр.Мира – ул.Ф.Мюниха	56,5205	84,9797	27	ул.Иркутский тракт, 128	56,5141	85,0452
8	ул.Беринга – ул.С.Лазо	56,5174	85,0345	28	пр.Фрунзе, 228	56,4764	85,0111
9	ул.Суворова – Иркутский тракт	56,5087	85,0284	29	ул.Королёва, 4	56,4724	85,0439
10	пр.Комсомольский – ул.Пушкина	56,5002	84,9797	30	пр.Академический, 5/1	56,4731	85,0477
11	пр.Ленина – ул.Дальнеключевая	56,504	84,9489	31	ул.Сибирская, 104	56,483	85,0073
12	ул.Источная – Московский тракт	56,4736	84,945	32	ул.Сибирская,108	56,4829	85,0095
13	пр.Мира – ул. Интернационалистов	56,5168	84,9798	33	ул. Крылова, 16	56,4799	84,9553
14	площадь Ленина	56,488	84,9479	34	ул. Киевская,86	56,462	84,9755
15	пр.Ленина – ул. Учебная	56,4588	84,9513	35	ул. Никитина,26	56,4787	84,9743
16	пр. Кирова – ул. Красноармейская	56,4664	84,9655	36	Лагерный сад	56,4545	84,9509
17	пр. Кирова – ул. Елизаровых	56,4618	84,988	37	Городской сад	56,4733	84,9543
18	пр. Фрунзе – ул. Красноармейская	56,4763	84,9656	38	Буфф-сад	56,4715	84,9621
19	пр. Мира, 41	56,5261	84,9804	39	ул.Красноармейская, 96 (около магазина “Лимпопо”)	56,4668	84,9661
20	пр. Мира, 27	56,5174	84,9803				

Исследования проводились по 10 химическим соединениям, таким как: оксид углерода (CO), диоксид азота (NO<sub>2</sub>), фенол (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH), формальдегид (CH<sub>2</sub>O), свинец (Pb), медь (Cu), бензол (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), взвешенные частицы (пыль), бенз(а)пирен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), водород хлористый (HCl).

### **3.2 Камеральная обработка данных**

При обработке данных химического состава атмосферного воздуха был использован программный продукт MSExcel. Для оцифровки и составления карт, а также подготовки картографического материала к печати использовалась геоинформационная система QGIS версии 2.18.17 с набором бесплатных космических снимков Landsat.

#### **3.2.1 Методика оценки риска для здоровья населения**

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов в результате хронического ингаляционного воздействия проводилась согласно Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р. 2.1.10.–1920–04 [2].

Оценка риска здоровью является одним из элементов методологии анализа риска, включающей в себя оценку риска, управление риском и информирование о риске. В научном смысле – оценка риска здоровью – это последовательное, системное рассмотрение всех аспектов воздействия анализируемого фактора на здоровье человека, включая обоснование допустимых уровней воздействия. В научно-практическом приложении основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для гигиенического обоснования

наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижения уровней риска, оптимизации контроля уровней экспозиций и рисков [2].

При оценке риска развития неканцерогенных эффектов, как правило, исходят из предположения о наличии порога вредного воздействия, ниже которого вредные эффекты не развиваются. Особенностью традиционной методологии является акцент на продолжительные воздействия относительно низких концентраций химических веществ (например, хроническое ежедневное поступление) [2].

Для идентификации опасности был осуществлен анализ данных о предельно допустимых концентрациях веществ и указаны критические органы/системы и эффекты, которые могут наблюдаться при хроническом ингаляционном воздействии. В таблице 22 приведены предельно допустимые концентрации и поражаемые органы для исследуемых компонентов.

Таблица 22 – Предельно допустимые концентрации и поражаемые органы и системы для исследуемых компонентов [2]

<b>Компонент</b>	<b>ПДК, мг/м<sup>3</sup></b>	<b>Поражаемые органы и системы</b>
СО	5,00	сердечно-сосудистая система
NO <sub>2</sub>	0,20	дыхательная система, кровь (метгемоглобин)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,01	дыхательная система
CH <sub>2</sub> O	0,05	ЦНС, органы дыхания, печень, почки
Pb	1,00	ЦНС, нервная система, кровь, биохимические процессы, развитие, репродуктивные системы, гормональный фон
Cu	-	желудочно-кишечный тракт, печень
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,30	кровь, красный костный мозг, ЦНС, иммунная система, сердечно-сосудистая система, репродуктивная система
Взвешенные частицы (пыль)	0,50	дыхательная система
C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	-	возникновение мутаций ДНК, способствующих развитию раковых заболеваний
HCl	0,20	сердечно-сосудистая система, дыхательная система



При ингаляционном поступлении, если только это не диктуется специальными задачами исследования, нет необходимости рассчитывать дозу воздействия и расчет коэффициента опасности осуществляется по формуле:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC} \quad (1)$$

где:

$HQ_i$  – коэффициент опасности воздействия вещества  $i$ ;

$C_i$  – уровень воздействия вещества  $i$ , мг/м<sup>3</sup>;

$RfC$  – безопасный уровень воздействия, мг/м<sup>3</sup>.

В случае, когда рассчитанный коэффициент опасности ( $HQ$ ) вещества не превышает единицу, вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественна и такое воздействие характеризуется как допустимое. Если коэффициент опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению  $HQ$ , однако точно указать величину этой вероятности невозможно [2].

Вещества, загрязняющие объекты окружающей среды, должны быть проранжированы по величине коэффициента опасности для определения наиболее приоритетных загрязнителей [2].

При одновременном воздействии нескольких химических соединений производится оценка расчета суммарного коэффициента опасности  $HI$ , который определяется для веществ, влияющих на одну систему или орган. Полученное значение  $HI$  также не должно превышать единицу [2].

Суммарный индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путём, в нашем случае – ингаляционным рассчитывается по формуле:

$$HI = \sum HQ_i \quad (2)$$

где:

$HQ_i$  – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

Основным критерием в выборе оцениваемых загрязняющих веществ являются их токсические свойства и вероятность влияния на организм.

Согласно представленной методике [2], если полученная величина коэффициента опасности  $HQ$  меньше 0,1, то при комбинированном воздействии нескольких компонентов на одни и те же системы организма, исключение данного элемента или соединения не приведет к существенному снижению суммарного риска.

### **3.2.2 Учет влияния экологической составляющей на градостроительное зонирование территории**

Учет влияния экологической составляющей на градостроительное зонирование территории произведен на основе методики, представленной в исследовании Попп Е.А. [15]. Оценка производится на основе матричного метода экологической оценки. Матричный метод оценки состояния окружающей природной среды (далее ОПС) может быть использован для: оценки антропогенного освоения территории; выявления источников загрязнения ОПС; разработки мер направленных на ведение рационального природопользования; информационное обеспечение для планирования мероприятий по рекультивации и восстановлению ЭС ОПС; прогнозирование последствий антропогенной трансформации природных комплексов.

Адаптация матричного метода оценки экологического состояния ОПС заключается в применении методов картографо-математического моделирования, в частности интерполяционного анализа и элементов растровой

алгебры для расчета значений параметров ОПС в границах исследуемой территории [15].

Под картографо-математическим моделированием понимается процесс органического комплексирования математических и картографических моделей в системе «создание – использование карт» для конструирования или анализа тематического содержания карт [16].

Следует учесть, что адаптированный на основании картографо-математического моделирования матричный метод оценки состояния ОПС позволяет создавать базу данных не только в традиционной табличной форме, но и позиционировать в пространстве исследуемой территории показатели экологического состояния ОПС в виде отдельных ячеек матрицы – оцениваемых блоков, размер которых определяется исходя из следующих условий: показатели экологического состояния ОПС; густота пунктов мониторинга и контроля состояния ОПС; близость промышленных объектов; наличие на территории техногенного объекта, оказывающего значительный вклад в экологическое состояние территории; социально-экономические особенности территории; площадь исследуемой территории и др. [15].

## **4 Оценка рисков для здоровья населения и учет влияния экологической составляющей на градостроительное зонирование**

### **4.1 Динамика состояния атмосферного воздуха в черте г. Томска**

Степень загрязнения атмосферы г. Томска определяется главным образом содержанием следующих примесей: бенз(а)пирена, формальдегида, хлорида водорода, взвешенных веществ.

Бенз(а)пирен — является одним из самых опасных канцерогенных углеводородов. Поступление его в атмосферу происходит с продуктами сгорания топлива. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена в 2014 – 2017 гг не превышали предельно допустимых концентраций (далее ПДК). Также в пределах нормы в период наблюдения находились концентрации свинца и бензола. (Приложение Б).

Формальдегид представляет собой бесцветный газ с острым запахом, который хорошо растворим в воде. Формальдегид токсичен, вызывает дегенеративные процессы в организме. Из-за превращения формальдегида в организме в метанол и муравьиную кислоту он оказывает сильное действие на нервную систему. В то же время считается, что формальдегид быстро окисляется в организме до  $\text{CO}_2$  (на 70 – 80%). Симптомы отравления организма формальдегидом: мигрень, затрудненное дыхание, угнетенное психологическое состояние. О наличие формальдегида в окружающей среде также могут свидетельствовать болезни глаз и отек легких. Среднегодовые концентрации формальдегида в атмосферном воздухе за период 2014 – 2017 также не превышали ПДК (Приложение Б).

Концентрация меди в период исследования принимала значения от  $0,00035 \text{ мг/м}^3$  до  $0,018 \text{ мг/м}^3$ , при этом в нормативной литературе отсутствует значение предельно допустимой концентрации данного вещества.

Вещество, называемое взвешенными веществами, содержит много компонентов. В него может входить пыль, сажа, дым, сульфаты и другие твердые составляющие. Среднегодовая концентрация взвешенных веществ в целом по городу составила: в 2014 г. = 0,82 мг/м<sup>3</sup>, в 2015 г. = 0,73 мг/м<sup>3</sup>, в 2016 г. = 0,53 мг/м<sup>3</sup>, в 2017 г. = 0,31 мг/м<sup>3</sup>. В целом, отмечается положительная динамика.

На рисунке 4 показана динамика изменения концентрации взвешенных частиц за исследуемый период. На графике также показана предельно допустимая концентрация. В 2017 году, в отличие от предыдущих лет (2014 – 2016 гг.) (Приложение Б) превышение ПДК наблюдается только на точках опробования 13 (пр. Мира – ул. Интернационалистов) и 16 (пр. Кирова – ул. Красноармейская).

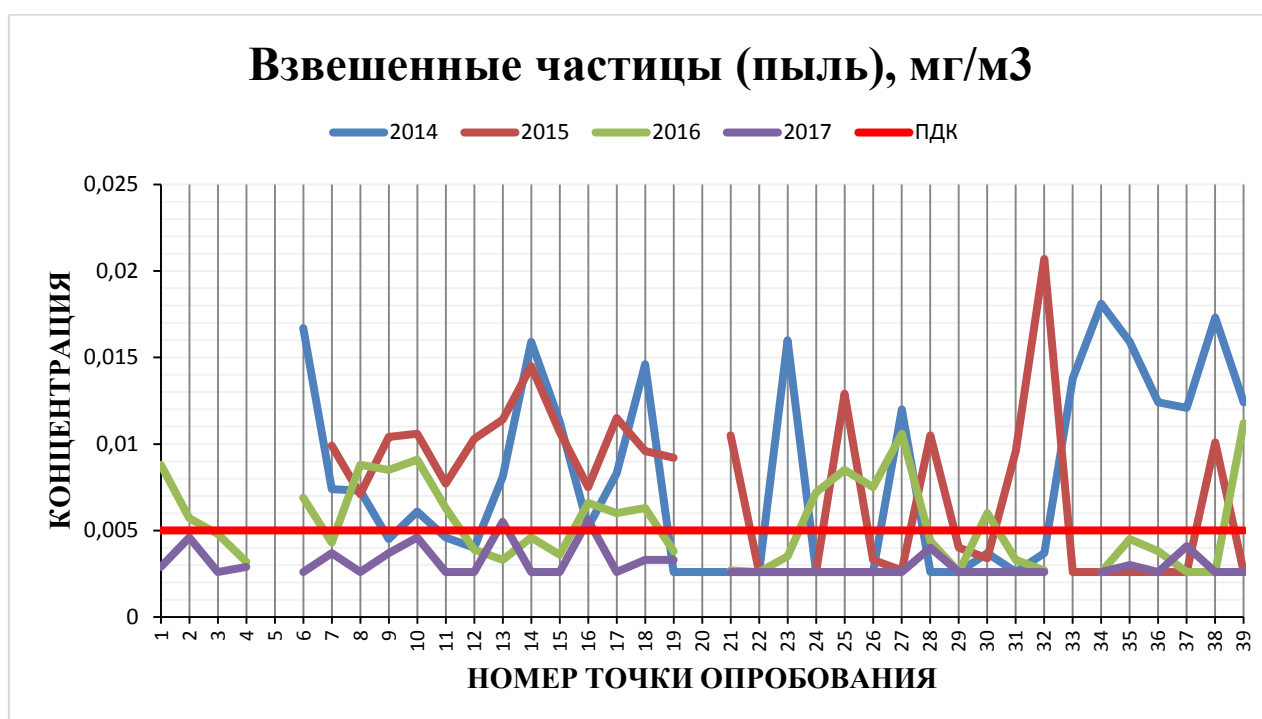


Рисунок 4 – Динамика изменения концентрации взвешенных частиц в г. Томске

Оксид углерода представляет собой бесцветный газ без запаха, является продуктом неполного сгорания топлива. При вдыхании его молекулы связываются с гемоглобином крови и препятствуют переносу кислорода. Важнейшим источником поступления его в атмосферу является автомобильный транспорт. Пиковые концентрации данного поллютанта наблюдаются на регулируемых перекрестках и во время автомобильных пробок. Среднегодовая концентрация за 2014 – 2017 гг. варьируется от 1,86 до 2,52 мг/м<sup>3</sup>. Максимальная из разовых концентрация данной примеси 5,20 мг/м<sup>3</sup> зафиксирована в 2014 г. на точке 14 (площадь Ленина) (рис. 5).



Рисунок 5 – Динамика изменения концентрации оксида углерода в г. Томске

Диоксид азота. Это вещество образуется в результате сжигания топлива на ТЭЦ, а также при сжигании автомобильного топлива. Хроническое воздействие на человека вызывает сердечно-сосудистую недостаточность. По городу Томску наблюдается превышение допустимых концентраций по

причине выбросов автотранспорта. Среднегодовые концентрации диоксида азота в целом по городу за 4 года варьировались от 0,03 до 0,11 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшее превышение разовой концентрации наблюдается в Октябрьском и Ленинском районах (точки опробования 8 (ул. Беринга – ул. Лазо), 9 (ул. Суворова – Иркутский тракт), 11 (пр. Ленина – ул. Дальнеключевская) (рис. 6).

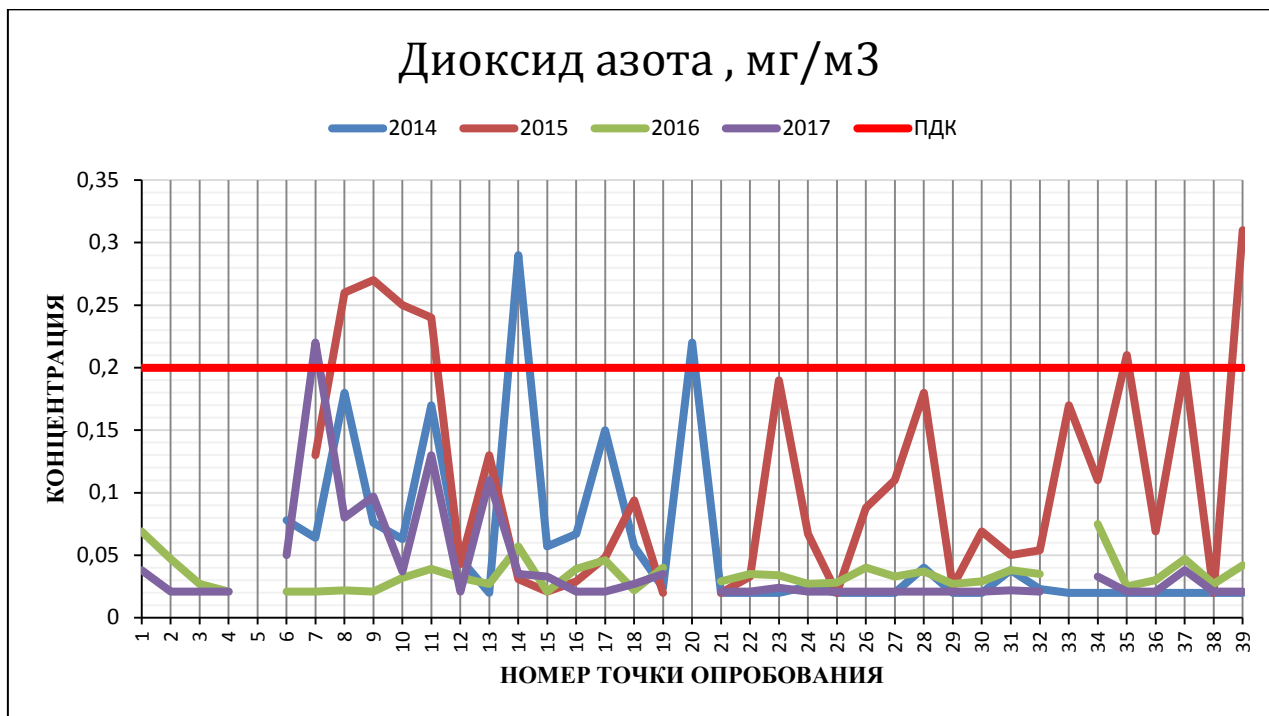


Рисунок 6 – Динамика изменения концентрации диоксида азота в г. Томске

Фенол — один из промышленных загрязнителей. Он довольно токсичен для животных и человека. При вдыхании вызывает нарушение функций нервной системы. Пыль, пары и раствор фенола раздражают слизистые оболочки глаз, дыхательных путей, кожу, вызывая химические ожоги, при этом доказательства канцерогенности фенола для людей отсутствуют. Средние значения годовой концентрации фенола за весь период не превышают ПДК. Единичные превышения ПДК наблюдаются в 2014 г. на пр. Фрунзе (точка 28), в 2015 г. на Иркутском тракте (точка 25) и ул. Красноармейской (точка 39), в

2016 г. на Иркутском тракте (точка 26) и ул. Киевской (точка 34). В 2017 году превышений ПДК не наблюдается (рис. 7).

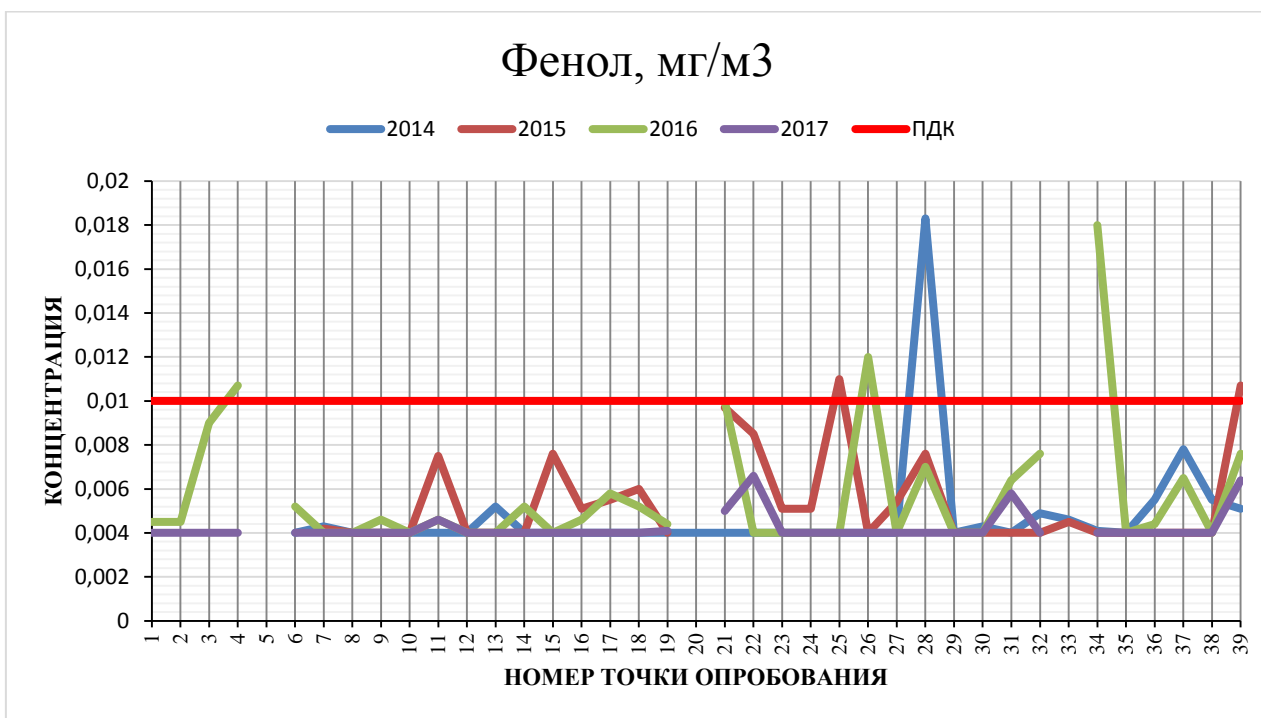


Рисунок 7 – Динамика изменения концентрации фенола в г. Томске

Практически на всех точках опробования зафиксированы превышения ПДК хлористого водорода от 2,2 до 4,3 раза. Максимальные концентрации были отмечены на точке 16 (пр. Кирова – ул. Красноармейская) и на точке 14 (площадь Ленина).



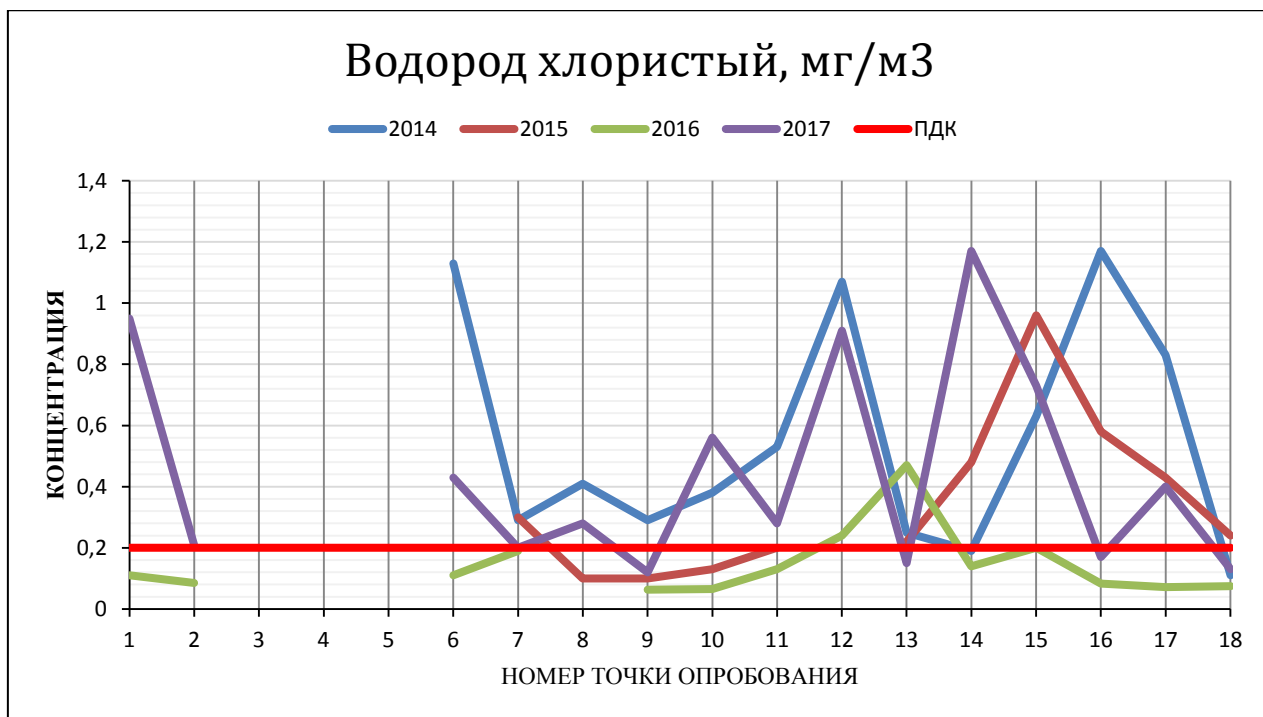


Рисунок 8 – Динамика изменения концентрации водород хлористый в г. Томске

В целом состояние атмосферного воздуха г. Томска можно считать благоприятным. Основные превышения предельно допустимых концентраций были отмечены по таким веществам, как водород хлористый и взвешенные частицы.

#### **4.2 Оценка риска для здоровья населения от воздействия индивидуальных компонентов**

Согласно методике, представленной в Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р. 2.1.10.–1920–04 были рассчитаны коэффициенты опасности в каждой точке опробования для 8 компонентов за период с 2014 по 2017 гг. Концентрации веществ, содержащихся в атмосферном воздухе г. Томска, используемые при расчете, приведены в приложении А. Для меди (Cu)

и бенз(а)пирена ( $C_{20}H_{12}$ ) коэффициенты опасности не рассчитывались в связи с отсутствием информации в нормативной литературе о ПДК данных веществ в атмосферном воздухе (таблица 23).

Таблица 23 – Коэффициенты опасности для атмосферного воздуха в г. Томске

Компонент	Коэффициент опасности (HQ)											
	2014			2015			2016			2017		
	min	max	ср.зн.	min	max	ср.зн.	min	max	ср.зн.	min	max	ср.зн.
CO	0,15	1,04	0,37	0,48	0,84	0,50	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
NO <sub>2</sub>	0,10	1,45	0,29	0,10	1,55	0,55	0,11	0,38	0,17	0,11	1,10	0,20
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O H	0,40	1,83	0,48	0,40	1,10	0,55	0,40	1,80	0,56	0,40	0,66	0,41
CH <sub>2</sub> O	0,20	0,56	0,23	0,20	0,58	0,24	0,07	0,56	0,21	0,20	0,24	0,20
Pb	0,000 06	0,000 4	0,000 1	0,000 06	0,000 3	0,000 1	0,000 06	0,000 2	0,000 06	0,000 06	0,000 4	0,000 1
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,07	0,67	0,07	0,07	0,67	0,07	0,67	0,67	0,07	0,07	0,67	0,07
Взвешенные частицы (пыль)	0,52	3,62	1,63	0,52	4,14	1,48	0,52	2,24	1,05	0,52	1,12	0,6
C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	-	-		-	-		-	-		-	-	
HCl	0,55	5,85	2,8	0,50	4,80	1,7	0,32	2,35	0,68	0,60	5,85	2,23

*Примечание:* ср. зн. – среднее значение.

Расчеты показали, что полученные значения коэффициентов опасности изменяются в широких пределах. При этом только по 5 компонентам: оксид углерода, диоксид азота, фенол, взвешенные частицы (пыль), водород хлористый наблюдаются значения, превышающие единицу.

Полученные значения коэффициентов опасности были проранжированы в зависимости от величины и нанесены на карты.

Что касается оксида углерода, расчеты показали, что превышение коэффициента опасности наблюдается на трех точках опробования: пр. Фрунзе – пр. Комсомольский, площадь Ленина, пр. Ленина – ул. Учебная в 2014 году (рис. 9).

В связи с тем, что превышение имеется только в 2014 году, не целесообразно построение карт распределения коэффициентов опасности за 2015 – 2017 гг.

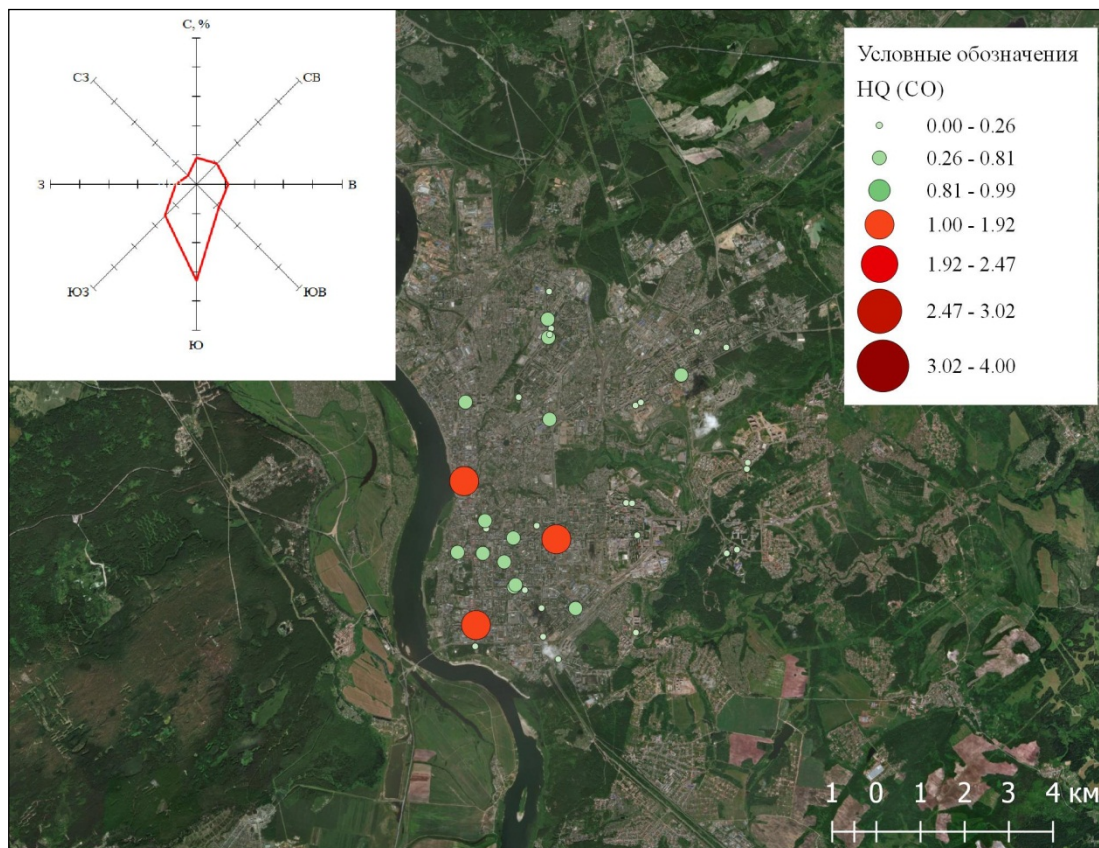


Рисунок 9 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия оксида углерода, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска

Повышенный риск развития неканцерогенных эффектов у населения при потреблении диоксида азота в 2014 году был зафиксирован на двух точках: пл. Ленина и пр. Мира (рис. 10). В 2015 году превышения зафиксированы на 6 точках отбора проб. Максимальные коэффициенты опасности приходятся на ул. Красноармейскую (рис. 11).

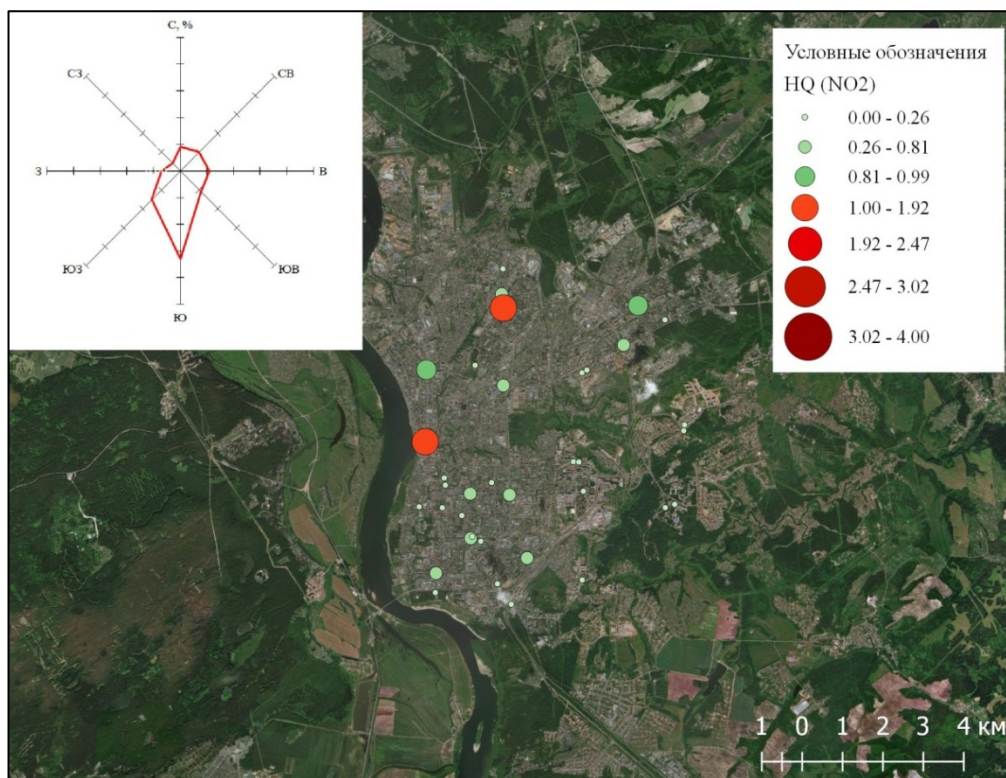


Рисунок 10 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия диоксида азота, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2014 г.

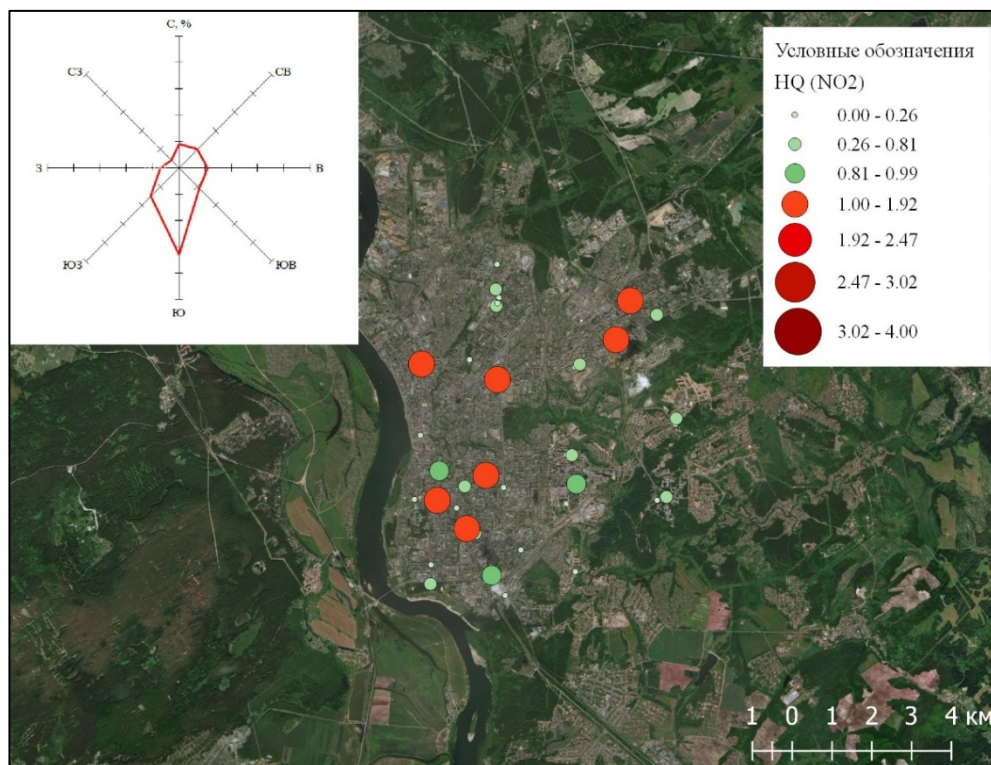


Рисунок 11 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия диоксида азота, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2015 г.

В 2016 году превышения коэффициентов опасности (НҚ) от воздействия диоксида азота, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска не наблюдается, в связи с этим карта распределения не приводится. В 2017 году превышение коэффициента опасности наблюдается только на одной точке опробования, расположенной на пр. Мира – ул. Ф. Мюнниха (рис. 12).

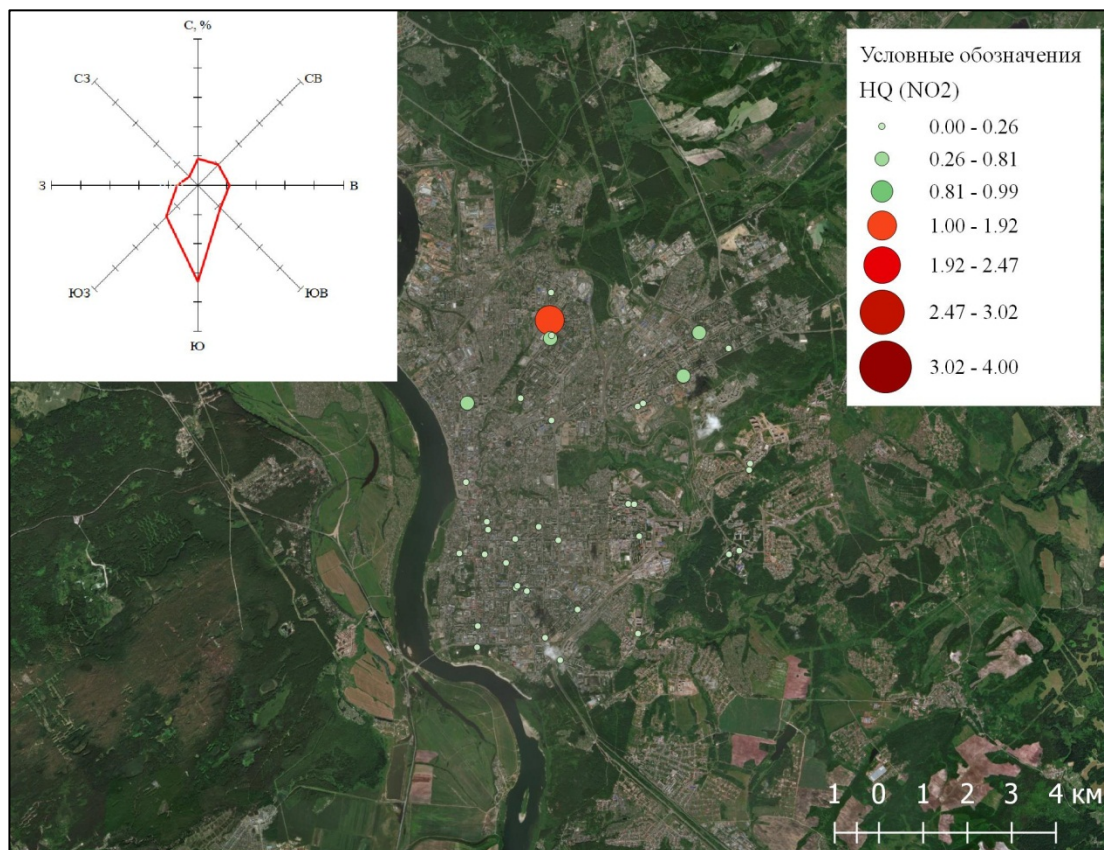


Рисунок 12 – Распределение коэффициентов опасности (НҚ) от воздействия диоксида азота, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2017 г.

Превышение коэффициентов опасности от воздействия водорода хлористого наблюдается по всей территории города. В 2014 году из 13 точек опробования превышения наблюдались на 11 (рис. 13). В 2015 – 2016 гг. ситуация несколько улучшилась: превышения имеются на 7 и 2 точках соответственно. Главным образом повышенные риски приурочены к территории пр. Мира – ул. Интернационалистов, а также к пр. Ленина (рис. 14 – 15).

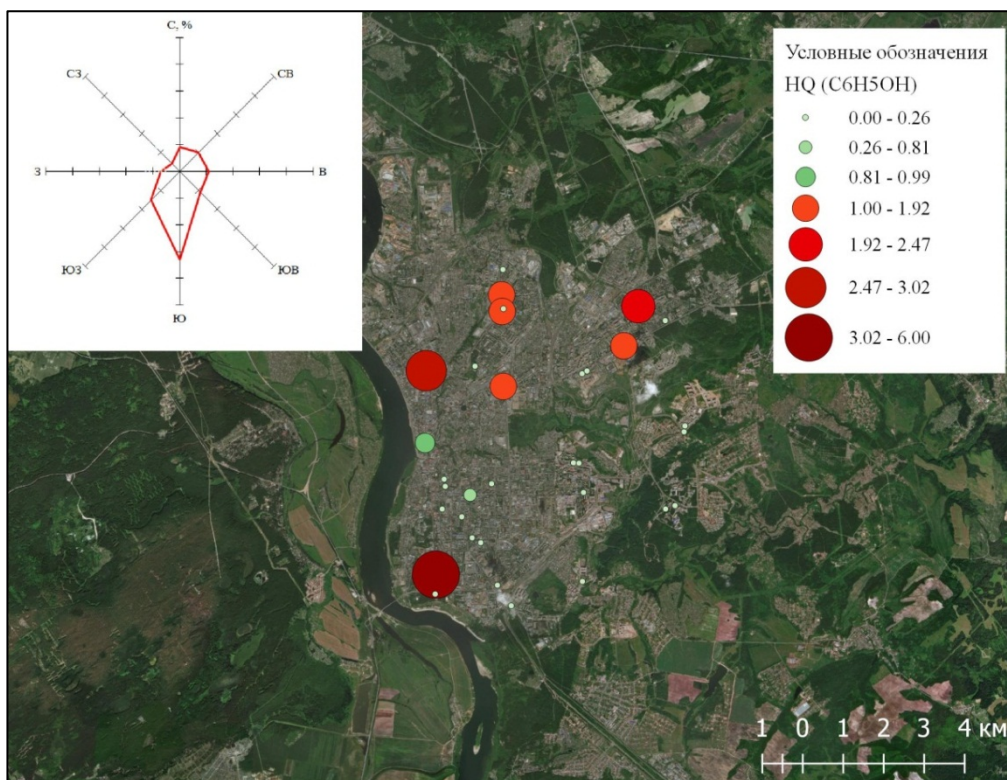


Рисунок 13 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия водорода хлористого, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2014 г.

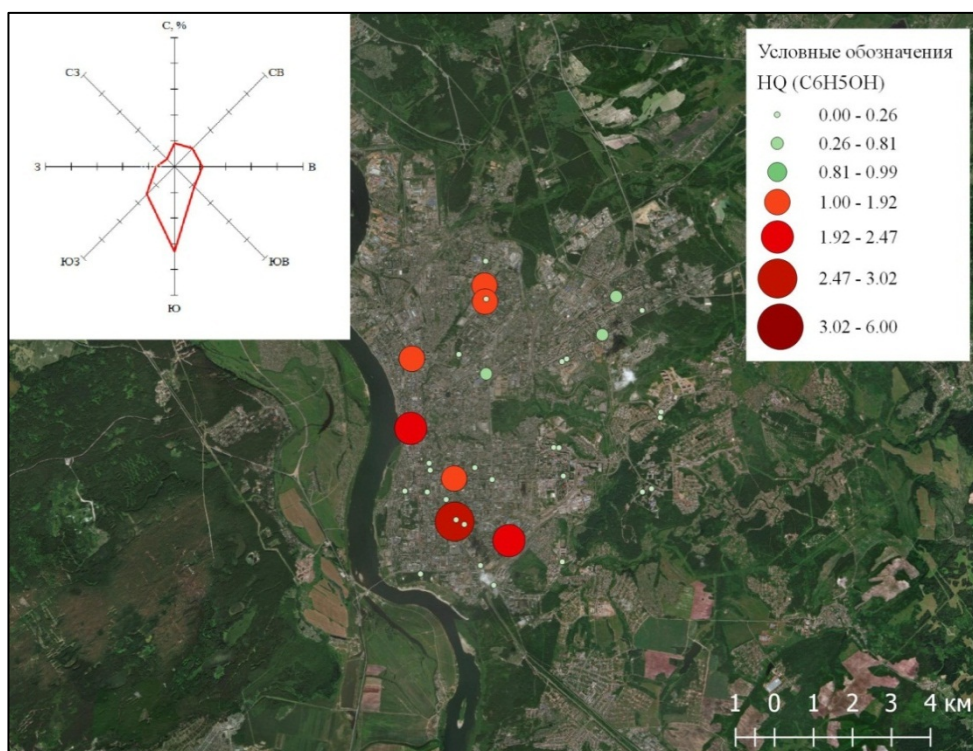


Рисунок 14 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия водорода хлористого, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2015 г.

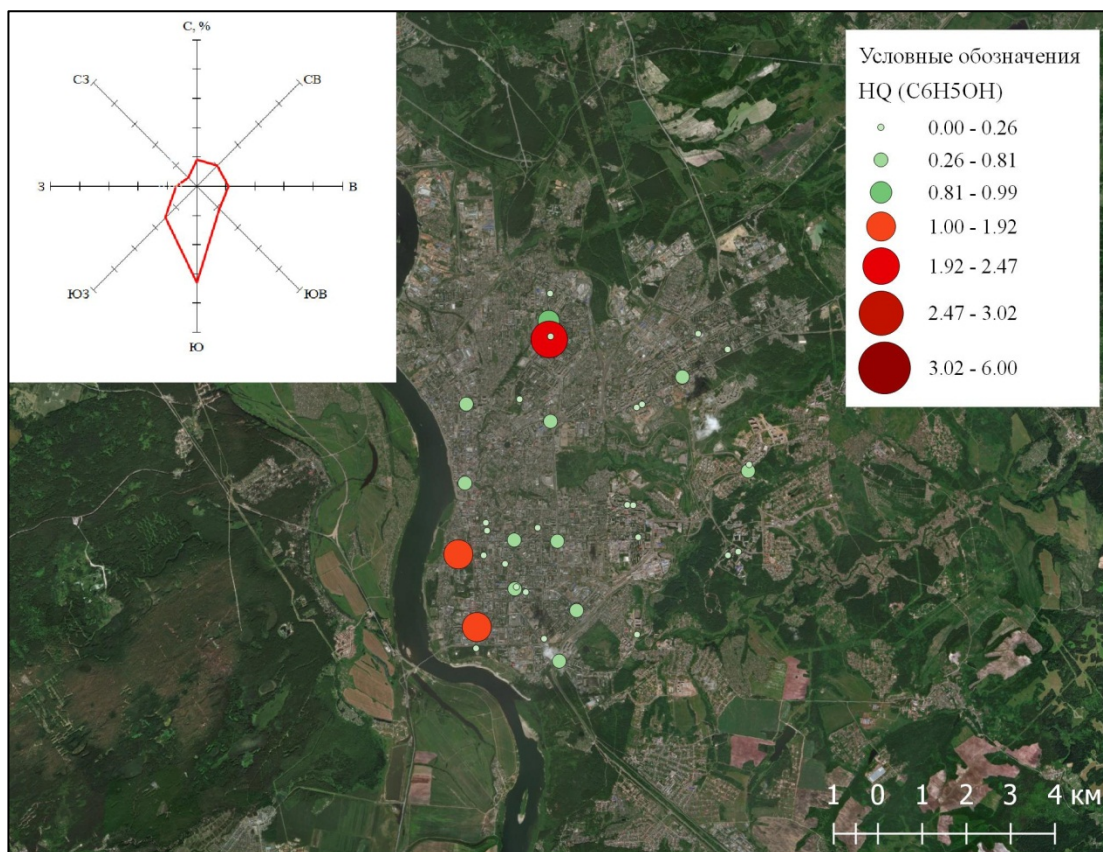


Рисунок 15 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия водорода хлористого, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2016 г.

В 2017 году, по сравнению с 2016 годом, ситуация ухудшилась. Повышенные коэффициенты опасности отмечены на 8 точках из 13. Максимальный коэффициент опасности (5,85) наблюдается на площади Ленина (рис. 16).

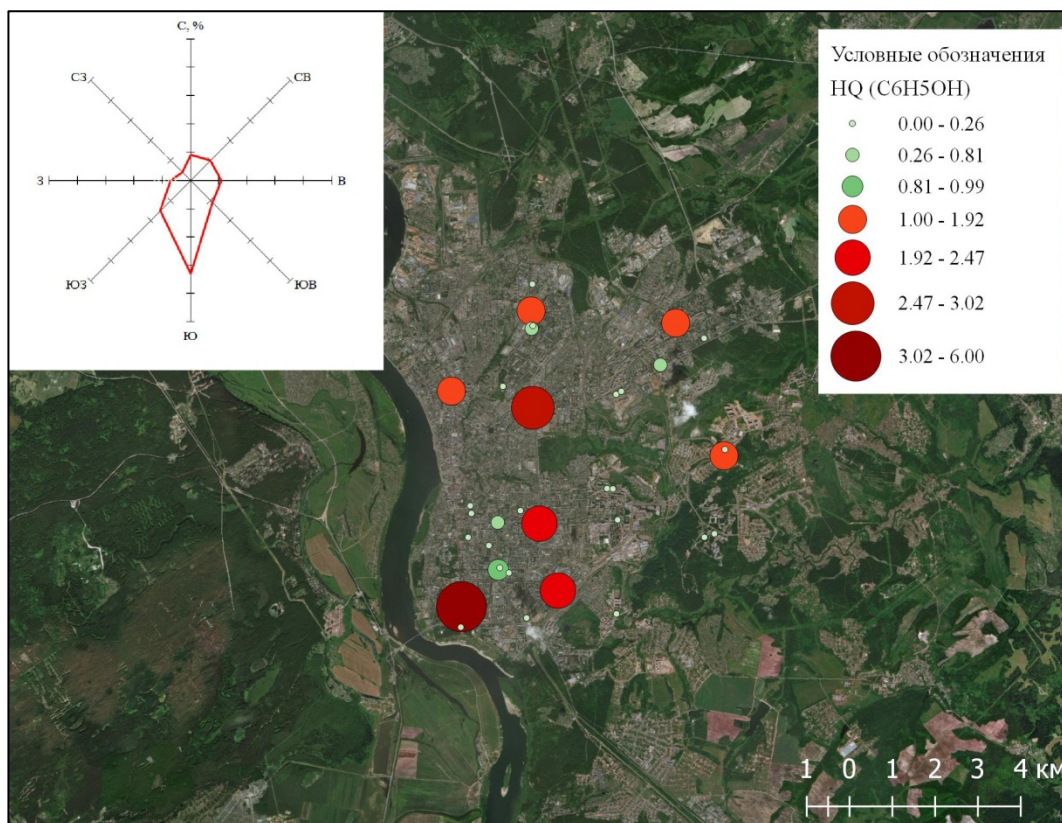


Рисунок 16 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия водорода хлористого, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2017 г

Что касается коэффициентов опасность от воздействия фенола, за весь период исследования наблюдаются единичные превышения. В 2014 году максимальное значение коэффициента (1,83) наблюдается на пр. Фрунзе (рис. 17). В 2015 г. имеются 2 точки с превышением: Иркутский тракт, 33 и ул. Красноармейская (рис. 18). В 2016 году также наблюдаются единичные превышения коэффициентов по таким точкам, как: пр. Мира, 29, Иркутский тракт, 37, ул. Киевская, 86 (рис. 19).



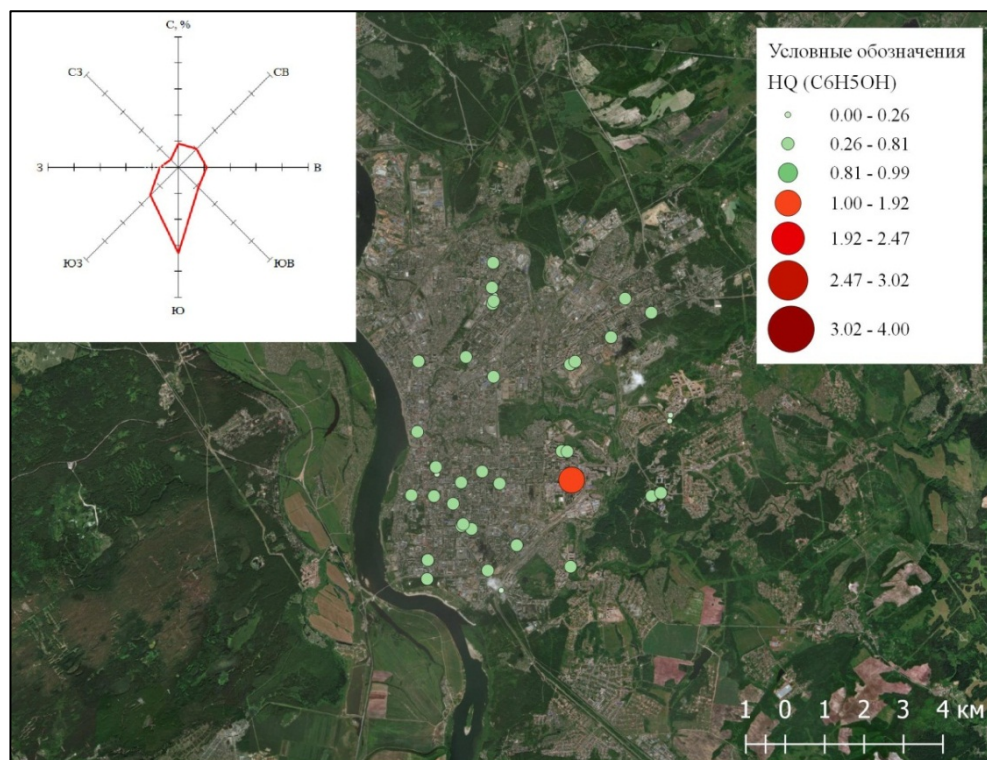


Рисунок 17 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия фенола, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2014г.

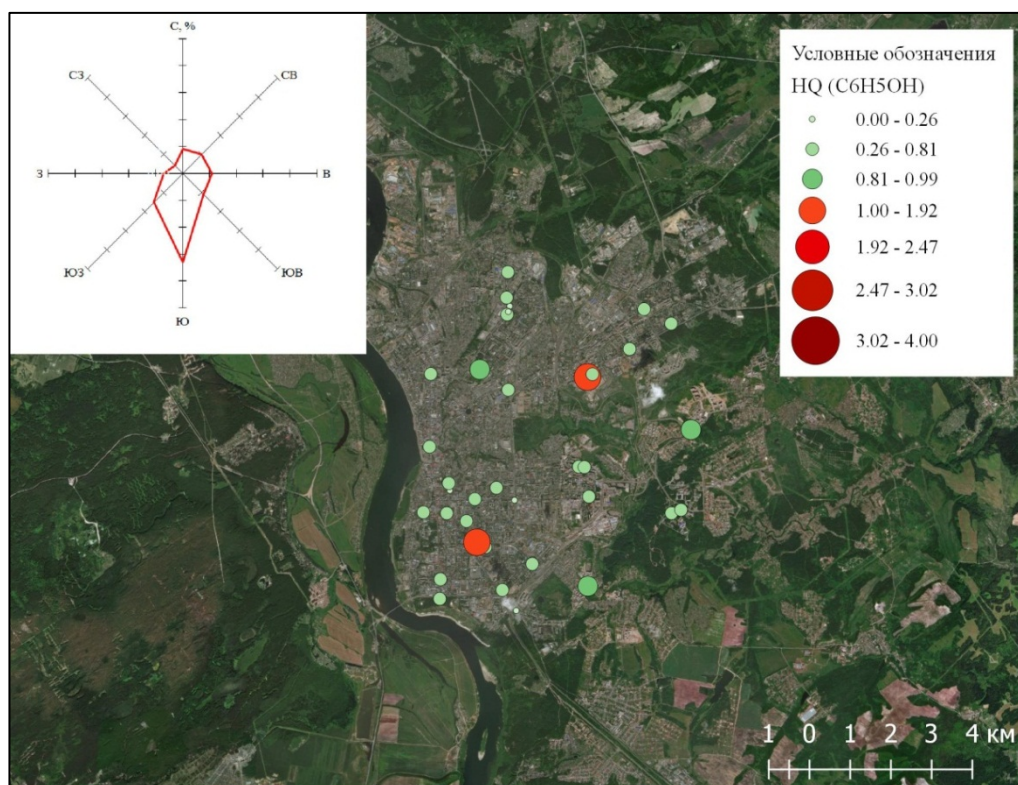


Рисунок 18 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия фенола, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2015г.

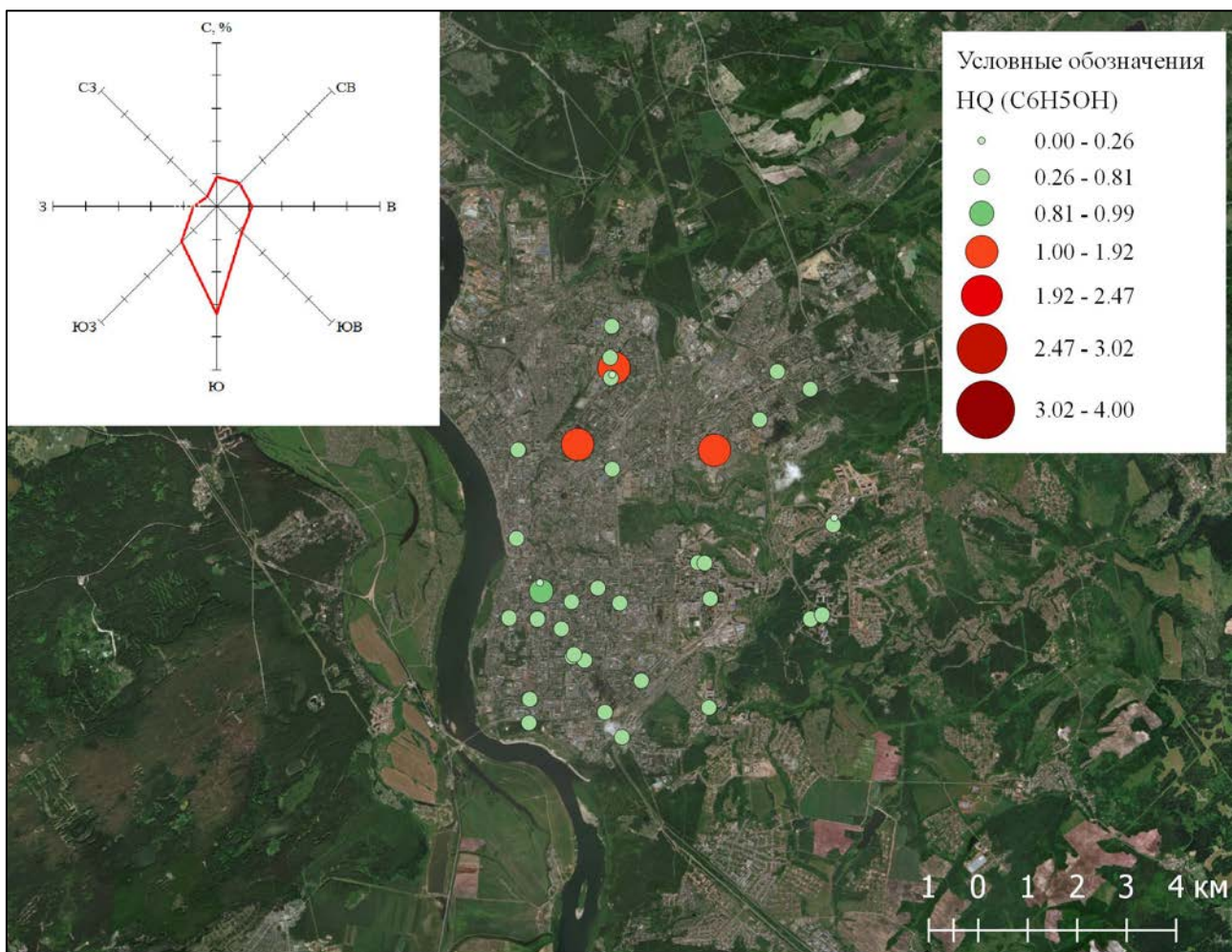


Рисунок 19 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия фенола, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2016г.

В 2017 году превышения коэффициентов опасности (HQ) от воздействия фенола, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска не наблюдается, в связи с этим карта распределения не приводится.

Что касается коэффициентов опасности от воздействия взвешенных частиц, превышения наблюдаются на всей территории города в 2014 – 2016 гг. (рис. 20 – 22). В 2014 году (рис. 20) из 34 точек опробования, превышения наблюдаются на 19 точках. Максимальное значение коэффициента опасности равно 3,62 наблюдается на ул. Киевской, 86.

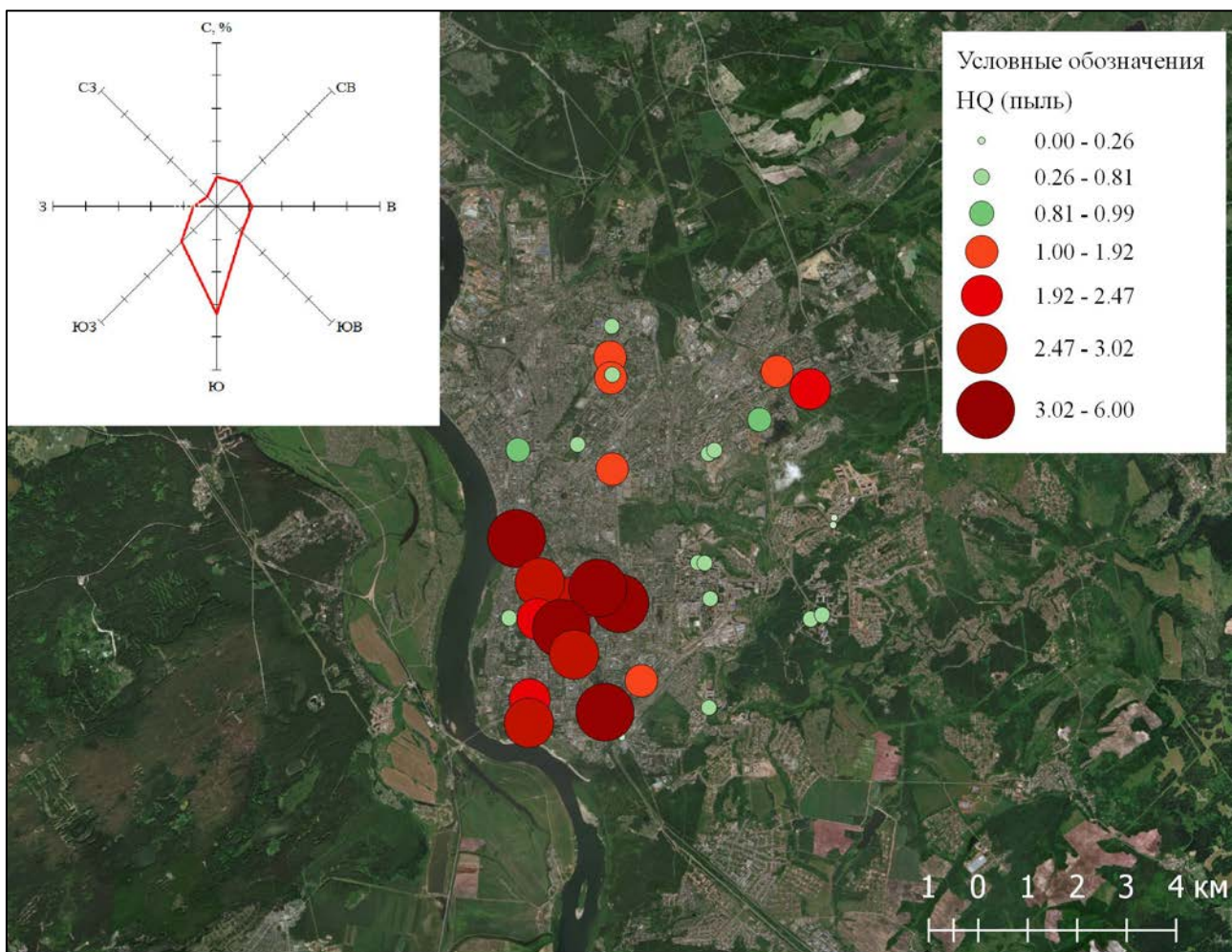


Рисунок 20 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия взвешенных частиц (пыли), содержащейся в воздухе, по территории г. Томска за 2014 г.

В 2015 году (рис. 21) повышенная опасность также наблюдается на всей исследуемой территории. Более благоприятная ситуация сложилась в южной и юго – западной частях города. Максимальный коэффициент опасности зафиксирован в точке на ул. Сибирской, 108 и равно 4,14.

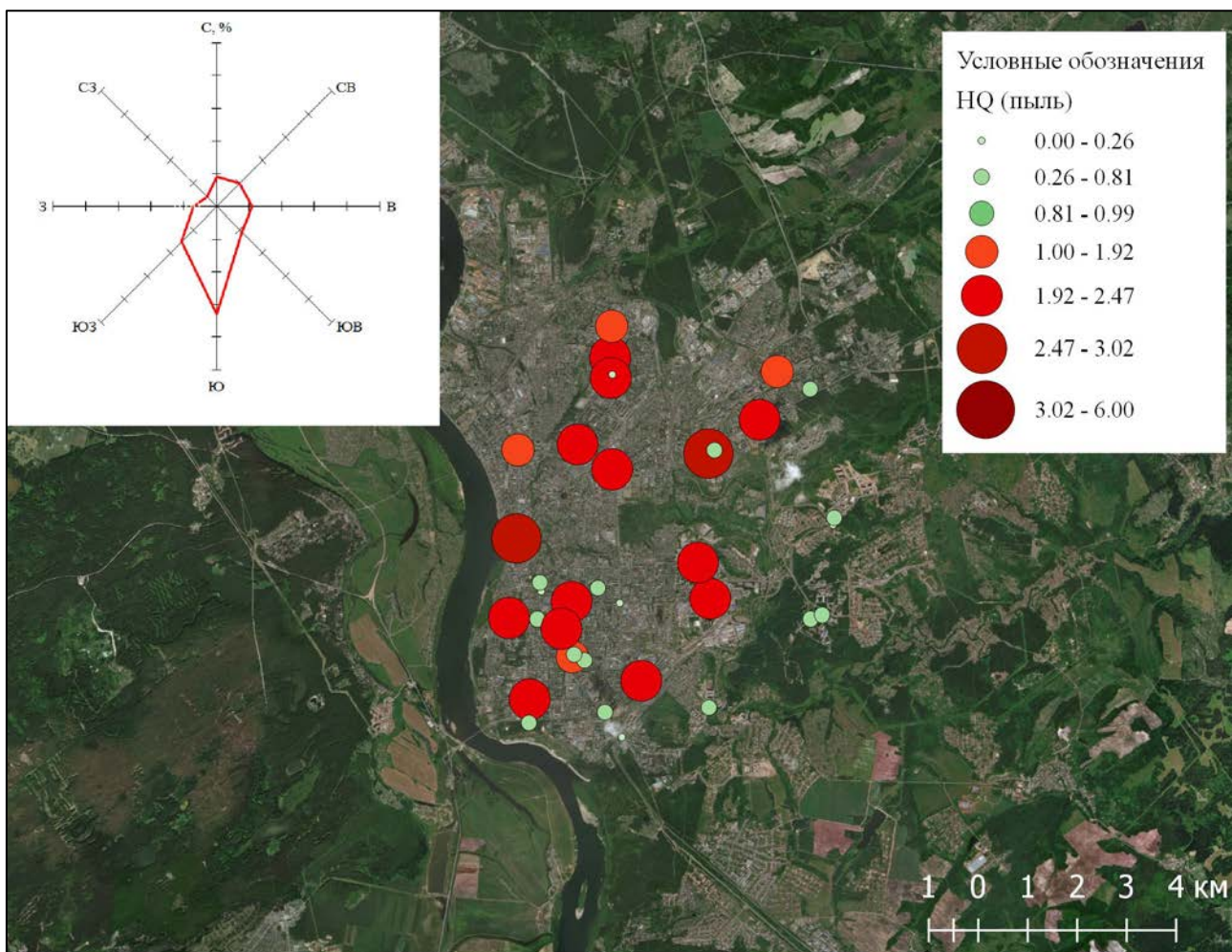


Рисунок 21– Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия взвешенных частиц (пыли), содержащейся в воздухе, по территории г. Томска за 2015 г.

В 2016 году (рис. 22) повышенные коэффициенты опасности приурочены, главным образом, к территории Иркутского тракта и ул. Красноармейской. Максимальный коэффициент опасности (2,24) наблюдается на пересечении ул. Красноармейской и пр. Кирова.

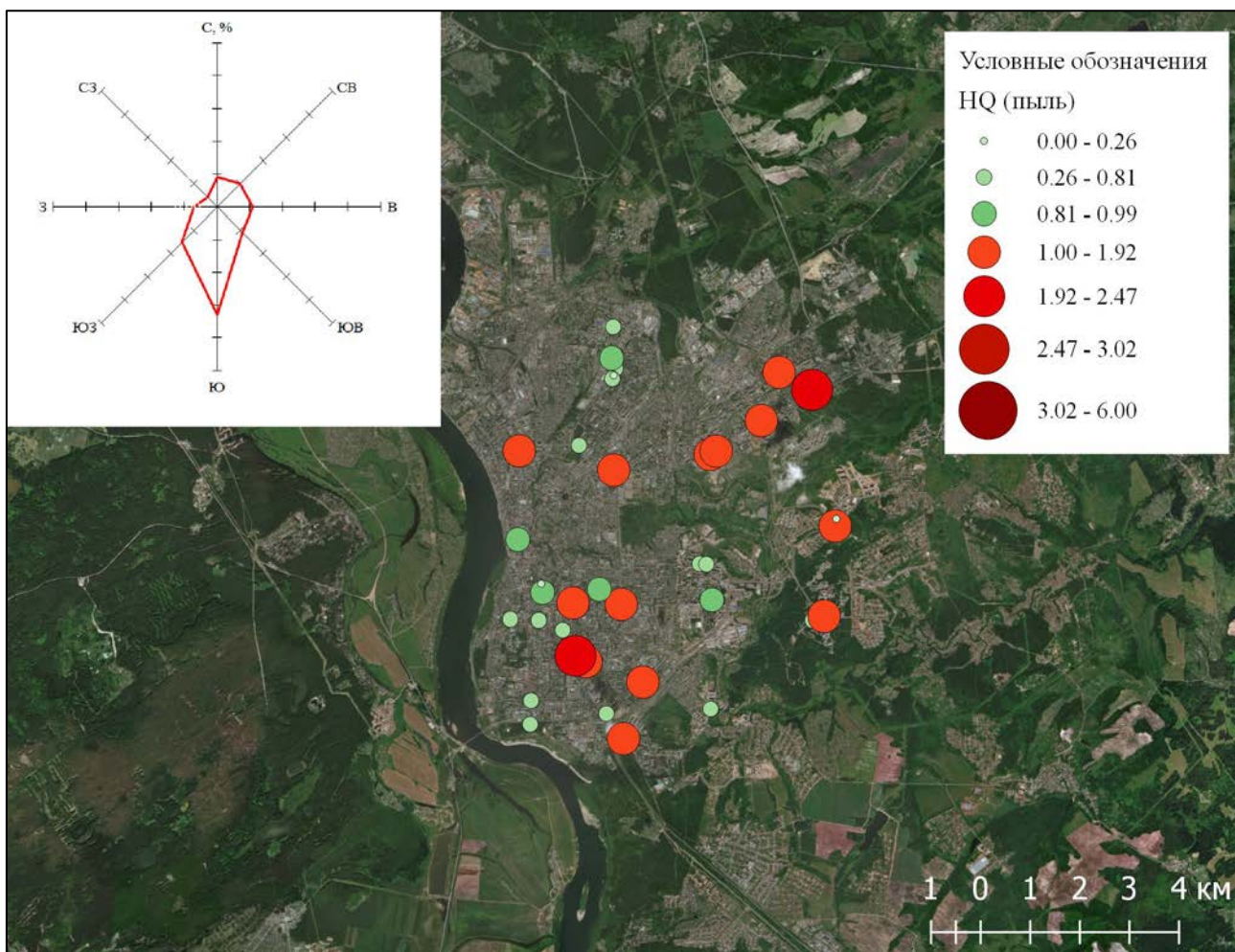


Рисунок 22 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия взвешенных частиц (пыли), содержащейся в воздухе, по территории г. Томска за 2016 г.

В 2017 году отмечается значительное улучшение по сравнению с показателями, полученными в 2014 – 2016 гг. Наблюдаются единичные превышения коэффициентов опасности на двух точках опробования из 39 исследуемых: пр. Мира – ул. Интернационалистов (коэффициент опасности равен 1,10) и пр. Кирова – ул. Красноармейская (коэффициент опасности равен 1,12).

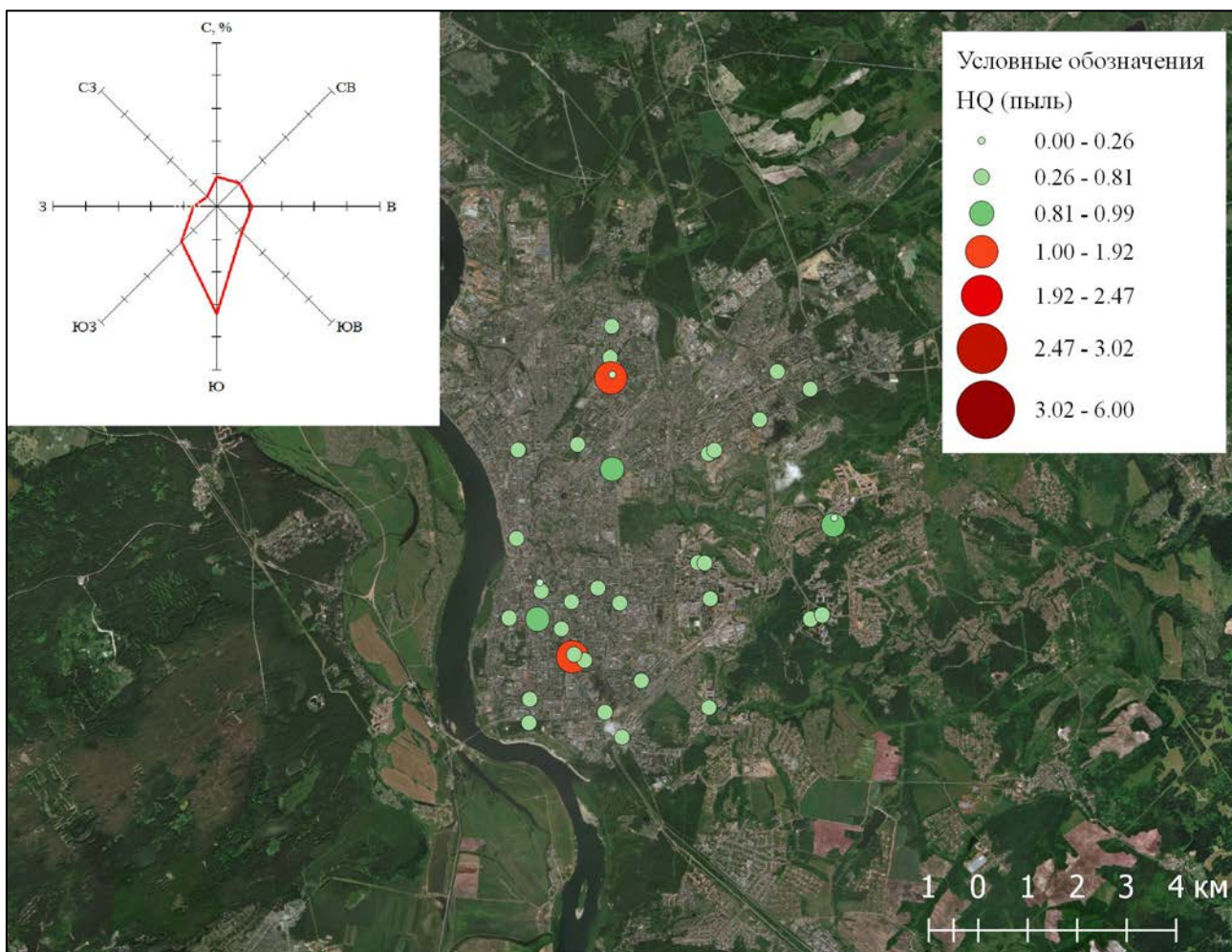


Рисунок 23 – Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия взвешенных частиц (пыли), содержащейся в воздухе, по территории г. Томска за 2017 г.

#### 4.3 Оценка суммарного риска для здоровья населения

При оценке суммарного риска развития неканцерогенных эффектов НИ в результате ингаляционного воздействия согласно методике [2] расчет проводился исходя из влияния воздействующих компонентов на системы организма.

Таблица 24 – Влияние оцениваемых веществ на организм человека при хроническом ингаляционном воздействии

Критический орган (система)	Воздействующие компоненты	Суммарный индекс опасности HI											
		2014			2015			2016			2017		
		min	max	ср.з н.	min	max	ср.з н.	min	max	ср.з н.	min	max	ср.з н.
Сердечно-сосудистая система	CO, HCl, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1,76	6,74	3,62	0,55	5,95	2,27	0,96	3,50	1,74	1,75	6,40	3,34
Дыхательная система	NO <sub>2</sub> , Взвешенные частицы (пыль), HCl, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	3,13	7,81	5,47	2,68	7,81	4,72	2,23	3,55	2,54	1,85	6,95	3,64
Кровеносная система (уровень гемоглобина)	NO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,17	1,52	0,67	0,21	1,42	0,81	0,26	1,01	0,76	0,24	1,77	0,94

*Примечание:* ср. зн. – среднее значение.

Исходя из таблицы 24, исследуемые компоненты главным образом воздействуют на дыхательную и сердечно-сосудистую системы и в меньшей на кровеносную систему.

Согласно представленной методике [2], если полученная величина коэффициента опасности HQ меньше 0,1, то при комбинированном воздействии нескольких компонентов на одни и те же системы организма, исключение данного элемента или соединения не приведет к существенному снижению суммарного риска. Согласно этому условию, при расчете суммарного индекса опасности были включены только те элементы и соединения, коэффициент опасности HQ для которых превышал значение 0,1 или был приближен к нему. Кроме того, расчеты проводились только по тем точкам опробования, по которым были известны концентрации всех необходимых веществ.

Максимальное влияние на сердечно-сосудистую систему оказывалось в 2014 и 2017 годах, значения суммарного индекса опасности в эти годы

составило 6,74 и 6,40 соответственно. Средние значения индексов за исследуемый период варьировались в промежутке от 2,20 до 3,65.

Что касается воздействия на дыхательную систему, то суммарные коэффициенты опасности изменяются от 2,23 до 7,81 разные годы. Средние значения находятся в промежутке от 2,50 до 5,50.

По сравнению с воздействием на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, воздействие на кровеносную систему значительно ниже. Суммарные коэффициенты опасности не превышают значения 1,80.

#### **4.4 Учет влияния экологической составляющей на градостроительное зонирование территории**

Современное градостроительство начиная со стадии проектирования и на протяжении всего жизненного цикла должно соответствовать действующим законодательным нормативам и обеспечивать комфортную среду для проживания людей.

Для создания комфортной среды проводится геоинформационный мониторинг, одним из основных элементов которого является создание и поддержка в актуальном состоянии геоинформационной основы на территорию объекта мониторинга. В современном понимании, экологическое картографирование, преследует основную цель – информационное обеспечение принятия управленческих решений по устойчивому и опережающему развитию территорий [15].

Предыдущие расчеты показали, что существуют превышения коэффициентов опасности по некоторым веществам, таким как взвешенные частицы, водород хлористый и другие. Кроме того, при хроническом ингаляционном воздействии на организм местных жителей имеется риск



развития у них заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной и кровеносной систем.

Адаптированный матричный метод оценки экологического состояния окружающей природной среды дает возможность пространственного отражения показателей экологического состояния (в данном случае уровней рисков развития заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной и кровеносной систем) в виде отдельных ячеек, размер которых определяется исходя из особенностей исследуемой территории. На основе данного метода, для учета влияния экологической составляющей на градостроительное зонирование территории были составлены матрицы загрязнений воздушной среды города Томска и определены уровни загрязнения по каждой ячейке матрицы (Приложения В – Д). Размер ячеек выбран 1500\*1500 метров.

В результате выяснилось, что для рисков развития заболеваний сердечно-сосудистой системы высокие и опасные значения сконцентрированы на территории Ленинского и Кировского районов.

Высокие и опасные уровни риска развития заболеваний дыхательной системы располагаются в Ленинском, Кировском, а также в Советском районе города.

Что касается рисков развития заболеваний кровеносной системы, наблюдаются единичные «очаги», расположенные в разные годы в разных частях города.

В связи с тем, что повышенные риски развития заболеваний располагаются в центральной части города, можно сделать вывод, что основным источником загрязнения являются транспортные средства. Промышленные предприятия также являются существенным источником загрязнения. На территории г. Томска к основным отраслям предприятий относятся предприятия топливно-энергетической промышленности (ОАО «Томская генерация»); химические и нефтехимические производства

(ООО «Томскнефтехим», ООО «Томский завод резиновой обуви» и др.), а также строительные предприятия (ОАО «ТДСК», ОАО «Карьероуправление», ЗАО «Завод дорожно-строительных материалов», ООО «Асфальтобетонный завод» и др.).

Для оценки влияния рисков развития заболеваний на градостроительное зонирование территории произведено совмещение матриц распространения суммарных коэффициентов опасности развития заболеваний с картой градостроительного зонирования территории города Томска.

При совмещении информации о загрязнении среды с данными о градостроительном зонировании, сделаны выводы, что современное градостроительное зонирование территории города Томска не учитывает показатели загрязнения. На основании полученных данных возможно проведение работ по изменению градостроительного зонирования территории с учетом экологической составляющей.

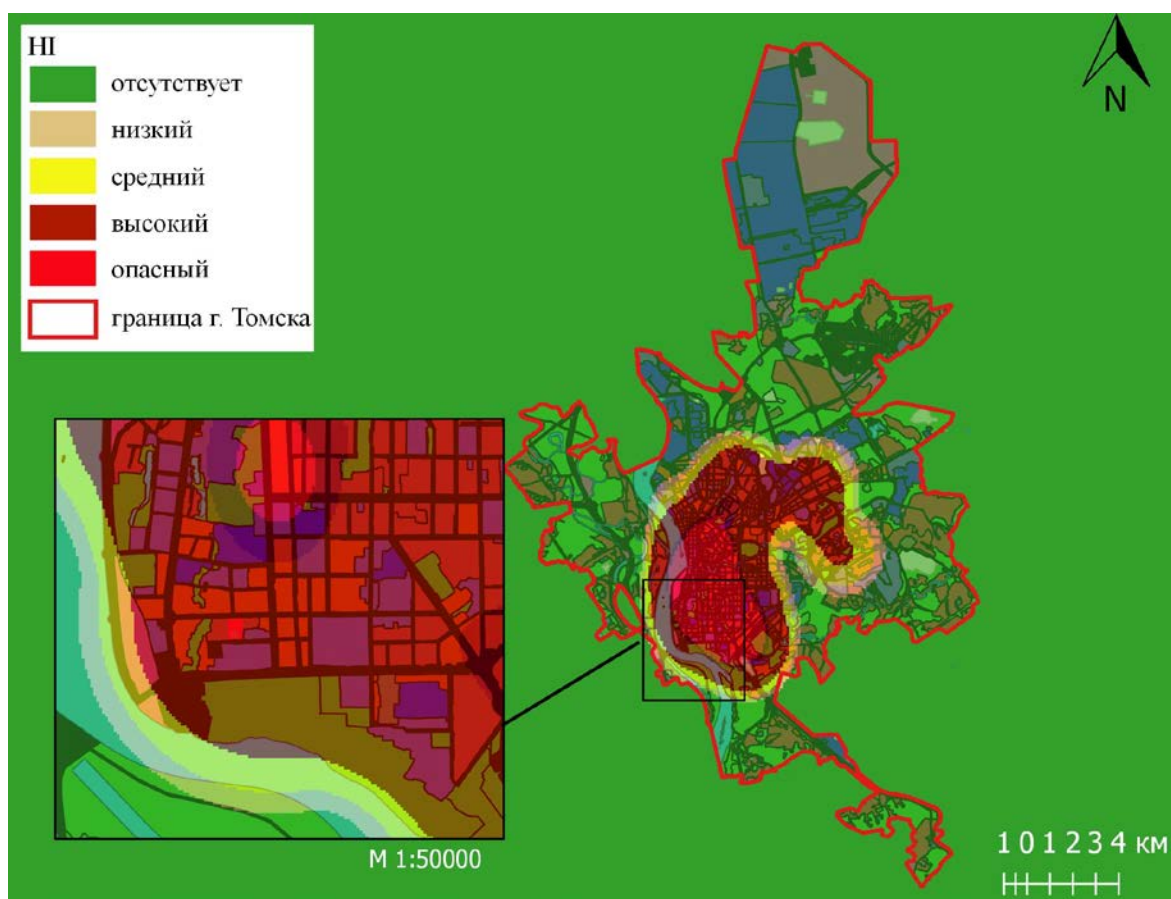


Рисунок 24 – Результат совмещения данных градостроительного зонирования г. Томска и матрицы распространения рисков заболеваний сердечно-сосудистой системы за 2017 г.

В качестве рекомендательных мер предлагается, на территориях, с высоким и опасным уровнем рисков развития заболеваний провести следующие мероприятия:

1. Ликвидация и перенос предприятий, оказывающих негативное воздействие на воздушную среду. В случае невозможности ликвидации, проводить перевооружение или реконструкцию предприятий, попадающих в опасную зону.

2. В случаях размещения промышленных предприятий вблизи жилой застройки, проведение природоохранных мероприятий для снижения выбросов

загрязняющих веществ в атмосферу, при этом появляется возможность сокращения размеров санитарно-защитных зон.

3. Использование производственных зон для размещения промышленных объектов невысоких классов вредности, а также объектов общественно-деловой застройки.

4. Объединение санитарно-защитных зон для групп предприятий в пределах одной промышленной зоны и перенос жилой застройки за пределы таких зон.

5. Проведение мероприятий по расширению существующих автомагистралей.

6. Регулирование транспортной нагрузки с целью перераспределения транспортного потока в центральной части города для уменьшения концентрации выхлопных автомобильных газов в жилой застройке.

7. Внедрение в оборот альтернативных видов топлива и поощрение населения при перевооружении транспортных средств.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающих экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку. Это также процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных или потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду.

Объектом исследования данной работы является территория в границах г. Томска. Целью исследования является оценка рисков развития неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии. В соответствии с этим основным способом обеспечения экологической безопасности является предотвращение загрязнения воздушной среды.

К числу наиболее распространенных веществ-загрязнителей атмосферы относятся соединения углерода в виде аэрозолей и газов (сажа, CO, CO<sub>2</sub>, углеводороды), соединения азота (NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>), соединения серы (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>), фреоны (химически активные соединения галогенов), частицы пыли различного химического состава. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в индустриальных странах являются автомобили, тепловые электростанции и промышленные предприятия.

Основным способом защиты населения является установление охранных и санитарно-защитных зон. Защитная зона, отделяющая промышленные узлы от жилых районов, должна препятствовать загрязнению воздушного бассейна городов вредными веществами, выбрасываемыми промышленными предприятиями. В нормативном документе «Санитарные

нормы проектирования промышленных предприятий СН 245-71» ширина санитарно-защитных зон регламентируется в пределах от 50 до 1000 метров в зависимости от назначения предприятия и его мощности, вне зависимости от степени эффективности очистных устройств и количества вредных веществ, выделяющихся в атмосферу.

Установление санитарно-защитных зон регламентируется Постановлением Правительства Российской Федерации № 222 от 3 марта 2018 г. Решение об установлении, изменении или о прекращении существования санитарно-защитной зоны принимают следующие уполномоченные органы по результатам рассмотрения заявления об установлении, изменении или о прекращении существования санитарно-защитной зоны:

а) Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – в отношении объектов I и II класса опасности в соответствии с классификацией, установленной санитарно-эпидемиологическими требованиями (далее – санитарная классификация), групп объектов, в состав которых входят объекты I и (или) II класса опасности, а также в отношении объектов, не включенных в санитарную классификацию;

б) территориальные органы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – в отношении объектов III – V класса опасности в соответствии с санитарной классификацией, а также в отношении групп объектов, в состав которых входят объекты III – V класса опасности.

В границах санитарно-защитной зоны не допускается использования земельных участков в целях:

а) размещения жилой застройки, объектов образовательного и медицинского назначения, спортивных сооружений открытого типа,

организаций отдыха детей и их оздоровления, зон рекреационного назначения и для ведения дачного хозяйства и садоводства;

б) размещения объектов для производства и хранения лекарственных средств, объектов пищевых отраслей промышленности, оптовых складов продовольственного сырья и пищевой продукции, комплексов водопроводных сооружений для подготовки и хранения питьевой воды, использования земельных участков в целях производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, предназначенной для дальнейшего использования в качестве пищевой продукции, если химическое, физическое и (или) биологическое воздействие объекта, в отношении которого установлена санитарно-защитная зона, приведет к нарушению качества и безопасности таких средств, сырья, воды и продукции в соответствии с установленными к ним требованиями [17].

## **5.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.02-94 чрезвычайные ситуации по характеру источника подразделяются на:

- военные ЧС;
- техногенные ЧС;
- биолого-социальные ЧС;
- природные ЧС [18].

Чрезвычайные ситуации, характерные для объекта исследования –

ЧС техногенного характера.

Техногенная чрезвычайная ситуация — обстановка, при которой в результате возникновения источника техногенной чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизнедеятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Техногенные чрезвычайные ситуации связаны с производственной деятельностью человека и могут протекать с загрязнением и без загрязнения окружающей среды. Наибольшую опасность в техногенной сфере представляют транспортные аварии, взрывы и пожары, радиационные аварии, аварии с выбросом аварийно-химически опасных веществ (далее АХОВ) и др.

Одной из наиболее вероятных ЧС на исследуемой территории являются аварии с выбросом аварийно-химически опасных веществ.

При возникновении аварийной ситуации дежурная смена химически-опасного объекта (далее ХОО):

- проводит экспресс оценку химической обстановки (характер аварии, количество АХОВ, перешедшее из резервуара в окружающую среду, характер разлива, метеоданные на момент аварии, прогноз развития обстановки);

- оповещает руководство, персонал объекта, население в зоне № 1 по локальной системе оповещения;

- принимает экстренные меры по ликвидации аварии; информирует об опасности территориальные органы управления РСЧС в районах возможного заражения.

Руководство и оперативный штаб (оперативная группа) ГОЧС ХОО:

- уточняют фактическую химическую обстановку (степень



разрушения аварийной емкости, пожарную обстановку, степень заражения среды и т. д.);

- определяют меры по защите персонала объекта, не занятого в работе по ликвидации аварии; ставят задачи формированиям ХОО;

- организуют работы по ликвидации аварии в очаге заражения.

Ликвидация аварии на химически-опасном объекте в очаге заражения включает ее локализацию, прекращение (снижение интенсивности) действия источника заражения, тушение пожаров, укрепление аварийной емкости, проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

При проведении работ в очаге заражения, где имеются разливы жидких АХОВ и концентрация их паров может превышать 100 ПДК, используются изолирующие СИЗОД и промышленные противогазы большого габарита, а также изолирующие средства защиты кожи, а для наиболее опасных АХОВ (жидкий хлор и аммиак) — специальные защитные костюмы. При концентрации АХОВ в пределах 10–100 ПДК могут использоваться промышленные противогазы малого габарита и гражданские противогазы с дополнительными патронами (ДПП, ПЗУК), при концентрации АХОВ до 10–15 ПДК — промышленные респираторы.

Прекращение или снижение действия аварийного источника может осуществляться различными способами. Приостановка или ограничение истечения токсичной жидкости (пара, газа) из аварийной емкости является одной из главных задач ликвидации последствий выброса АХОВ. Она решается под руководством и при непосредственном участии специалистов, обслуживающих аварийное оборудование, путем перекрытия кранов и задвижек, с помощью хомутов и заглушек, перекачкой жидкости из аварийной емкости в резервную и другими способами.

Для ограничения растекания АХОВ на местности используются различные способы, в том числе и использование инженерных средств

(бульдозеров, скреперов и т. п.). К ним относятся: создание на пути движения жидкой фазы препятствий в виде валов, перемычек и запруд; направление потоков жидкости в естественные углубления (ямы, кюветы) и искусственно созданные заглубления — ловушки. В ряде случаев жидкая фаза может собираться в специальные бочки, а затвердевшие АХОВ — в полиэтиленовые мешки для последующей отправки на утилизацию.

При организации и проведении таких работ необходимо, в первую очередь, не допустить попадания АХОВ в канализацию, водоемы и подземные сооружения и коммуникации.

Одним из основных и доступных способов снижения скорости испарения жидких АХОВ и ограничения глубины распространения парогазовой фазы является поглощение жидкой фазы АХОВ слоем сыпучих адсорбирующих материалов (грунт, песок, шлак и пр.), так как он предполагает использование подручных материалов. Слой адсорбентов рассыпают или надвигают на жидкую фазу. Толщина слоя определяется толщиной слоя разлившейся жидкости, но не менее 10–15 см. Загрязненные сыпучие материалы и слой грунта (на глубину пропитки АХОВ) вывозятся в специально отведенный район для нейтрализации, захоронения либо обеззараживаются на месте.

Изоляция жидкой фазы АХОВ пенами может осуществляться с помощью пожарных машин или специальных пеногенераторов, в пену могут вводиться нейтрализующие добавки.

Разбавление жидких АХОВ водой или обезвреживание их растворами нейтрализующих веществ является наиболее доступным и дешевым способом снижения скорости испарения АХОВ. Вода или нейтрализующие растворы могут подаваться в зону разлива в виде мелкодисперсного аэрозоля, который не только разбавляет АХОВ, но и поглощает токсичные пары, либо компактной струей.

Подавление парогазовой фазы может производиться путем создания на пути движения облака АХОВ или в непосредственной близости от источника заражения (над ним) мелкодисперсной водяной завесы или зонтика, для чего могут использоваться специальные стационарные устройства либо войсковые авторазливочные станции, пожарные, поливомоечные, тепловые машины и другие высоконапорные водяные агрегаты.

При испарении взрывоустойчивых ингаляционно-опасных АХОВ может применяться постановка отсечных огневых завес с применением взрывчатых веществ, обеспечивающих подъем токсичного облака на высоту, где распространение облака не представляет опасности для населения.

Мероприятия по защите на данных территориях проводятся после получения информации об аварии на химически-опасном объекте через дежурную службу ХОО или ОУ РСЧС других инстанций.

Мероприятия включают:

- прогнозирование химической обстановки на основе данных об аварии и метеоданных на момент аварии;
- определение мер по защите населения в зоне возможного заражения (зона ЗМ № 2) в зависимости от конкретной обстановки, в том числе от времени подхода зараженного воздуха к району и возможностей сил и средств ГОЧС (наличия автотранспорта для эвакуации, наличия СКЗ и т. д.);
- оповещение населения;
- постановку задач штатным и нештатным формированиям ГОЧС района;
- ликвидацию ЧС, вызванной аварией на химически-опасном объекте;
- проведение мер защиты;
- с подходом зараженного воздуха — определение степени фактического заражения; уточнение задач по защите населения;

нейтрализацию объектов и территории, оказание медицинской помощи населению.

Основными способами защиты населения при авариях на ХОО являются: для населения, проживающего в зоне защитных мер № 1 и в непосредственной близости от ее внешней границы — использование средств индивидуальной защиты, убежищ, для остального населения — упреждающая (экстренная) эвакуация.

Важнейшей частью ликвидации аварии как в очаге заражения химически-опасного объекта, так и в зонах поражения является санитарная обработка населения и специальная обработка техники. Она проводится в целях исключения поражения населения в результате резорбтивного воздействия АХОВ, при контакте с зараженными объектами и заключается в проведении санитарной обработки людей, дегазации одежды, обуви, средств защиты и техники.

В зависимости от обстановки, наличия времени и имеющихся средств специальная обработка может выполняться частично или в полном объеме.

При проведении дегазации учитывают наличие на объекте продуктов, используемых в технологическом процессе, или отходов производства, которые могут быть применены как дегазирующие вещества.

К дегазирующим веществам относятся химические соединения, которые вступают в реакцию с АХОВ и превращают их в нетоксичные. Различают дегазирующие вещества окислительно-хлорирующего действия (гипохлориты, хлорамины) и щелочные (едкие щелочи, сода, аммиак, аммониевые соли и др.), которые применяются в виде растворов. В качестве растворителей используются вода и различные органические жидкости (дихлорэтан, трихлорэтан, бензин и др.).

Для массовой дегазации одежды, обуви и средств защиты кожи могут использоваться химчистки, бани, прачечные и т. п. Дегазация территории

может проводиться физико химическим или механическим способами. Физико-химический способ осуществляется путем поливки местности дегазирующими растворами или рассыпания сухих дегазирующих веществ с помощью поливо-моечных и других дорожных или специальных машин. Механический способ заключается в удалении ХОВ путем смывания их водой с помощью поливомоечных машин, изоляции зараженной территории засыпкой незараженной землей (песком) слоем 8–10 см, устройства настилов, снятия слоя зараженного грунта грейдерами или бульдозерами.

Удаленные адсорбенты и грунт вывозятся для уничтожения в специально выделенные районы. По окончании АС и ДНР проводится химический контроль [19].

## **6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Основной целью магистерской диссертации является оценка рисков для здоровья населения и оценка возможности их визуализации посредством геоинформационных технологий.

Производственные работы состоят из нескольких этапов: сбор и обработка исходных материалов, проведение расчетов на основании данных, полученных в ГИС «Мониторинг окружающей среды», находящейся в открытом доступе, составление графических материалов и составление отчета.

В ходе работы были использованы: ноутбук с доступом в интернет, принтер для печати графических материалов, ПО «Microsoft Office 2010», геоинформационная система «QGIS», которая распространяется бесплатно, канцелярия (бумага, блокноты, ручки) и др.

### **6.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ**

Для определения денежных затрат, связанных с выполнением проекта, необходимо определить время на выполнение отдельных видов работ и продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту.

Таблица 25 – Виды и объемы проектируемых работ

Виды работ	Объем работ		Условия производства работ	Вид оборудования
	Единица измерения	Количество		
1	2	3	4	5
Сбор исходного материала	час	10	Сбор информации в сети интернет и других источниках	Ноутбук
Систематизация материалов	час	6	Компьютерная обработка материала	Ноутбук

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5
Проведение расчетов	час	5	Расчет в ПО «Microsoft Excel 2010»	Ноутбук
Составление графических материалов	час	30	Составление графических материалов в ПО «QGIS»	Ноутбук
Формирование отчета	час	10	Компьютерная обработка материала, распечатка	Ноутбук, принтер
Итого часов работ		61		

**6.2 Условия производства работ**

Объектом исследования является территория г. Томска. Для производства работ (расчета рисков для здоровья населения) был произведен анализ графических материалов, представленных в таблице 26.

Таблица 26 – Условия производства работ

Исходные данные	Вид работы	Объем	
		Ед. измерения	Количество
1	2	3	4
Площадь г. Томска	Анализ имеющихся данных, расчет коэффициентов опасности для здоровья населения	га	29720
Карта градостроительного зонирования г. Томска	Анализ данных	М	1:15000
ГИС «Мониторинг окружающей среды»	Анализ данных	час	2

### Продолжение таблицы 26

1	2	3	4
Схема зон с особыми условиями использования территории	Анализ данных	М	1:2000
Схема улично-дорожной сети	Анализ данных	М	1:2000

### 6.3 Расчет затрат времени на производство работ

Производственные работы состоят из сбора исходного материала, систематизации, проведения расчетов, составления графических материалов и формирования конечно отчета. При камеральных работах нет необходимости введения поправочных коэффициентов за ненормализованные условия.

Таблица 27 – Расчет затрат времени

Виды работ	Объем работ		Итого времени
	Единица измерения	Количество (Q)	
Сбор исходного материала	час	10	10
Систематизация материалов	час	6	6
Проведение расчетов	час	5	5
Составление графических материалов	час	30	30
Формирование отчета	час	10	10
Итого часов работ			61

### 6.4 Расчет затрат материалов и оборудования

Исходные данные для расчета рисков для здоровья населения были получены из ГИС «Мониторинг качества окружающей среды» г. Томска бесплатно.



В качестве основных средств труда использовались ноутбук и принтер. Расчет стоимости основных средств приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Основные средства

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
1	2	3	4	5
Ноутбук	шт.	1	15000	15000
Принтер	шт	1	14500	14500
<b>Итого</b>				<b>29500</b>

В таблице 29 приведен расчет стоимости ресурсов, требующих финансовых затрат.

Таблица 29 – Расчет материальных затрат на проведение работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
1	2	3	4	5
ПО «Microsoft Office 2010»	шт.	1	3800	3800
Ручка	шт.	2	25	50
Блокнот	шт.	2	50	100
Листы формата А4	пачка	1	200	200
Листы формата А3	пачка	1	530	530
Тонер для принтера	шт	4	500	2000
Оплата интернета	дни	30	15	450
<b>Итого</b>				<b>7130</b>

Амортизация – это постепенное снижение ценности имущества вследствие его изнашивания.

В данном случае амортизации подвержен ноутбук и принтер. В связи с этим была рассчитана сумма амортизационных отчислений. Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости

основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части.

Исходя из таблицы 25, ноутбук находился в рабочем состоянии 61 час. Принтер использовался для распечатки подготовленных графических материалов, примерное время работы составляет 1 час.

Размер годовой амортизации составляет:

для ноутбука:  $(15000 \text{ руб.} * 10\%) / 100\% = 1500 \text{ руб./год}$

для принтера:  $(14500 \text{ руб.} * 10\%) / 100\% = 1450 \text{ руб./год}$

В среднем, в году 247 рабочих дней, что соответствует 1976 рабочим часам.

Размер амортизации в час составляет:

для ноутбука:  $1500 \text{ руб./год} / 247 \text{ рабочих дней} = 6 \text{ руб./день} = 0.76 \text{ руб./час}$

для принтера:  $1450 \text{ руб./год} / 247 \text{ рабочих дней} = 5,87 \text{ руб./день} = 0.73 \text{ руб./час}$

Таблица 30 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./час
Ноутбук	15000	10	0,76
Принтер	14500	10	0,73

Всего на работы за ноутбуком было затрачено 61 час, следовательно, амортизация составила:  $61 \text{ час} * 0,76 \text{ руб./час} = 46 \text{ рублей}$ .

Амортизация принтера:  $1 \text{ час} * 0,73 \text{ руб./час} = 0,73 \text{ рубля}$ .

Итого сумма амортизации составила: 46,73 рублей.

## **6.5 Расчет затрат на электроэнергию**

Поскольку частое выключение компьютера приводит к изнашиванию жесткого диска, то на протяжении всего времени выполнения работ компьютер был в режиме «включен». Примерное потребление электричества – 100 Ватт в час. На проведение работ требуется 61 час, следовательно, за все время работы ноутбук потребил 6100 Ватт. Принимая во внимание, что тариф на электроэнергию по данным ПАО «Томскэнергосбыт» составляет 2,28 рублей/кВатт, затраты на потребление электричества составят:

$$6,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} * 2,28 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч} = 13,908 \text{ руб.}$$

## **6.6 Расчет заработной платы для работника**

Определение величины заработной платы происходит исходя из системы оклада и трудоемкости выполняемых работ.

Расчет основной заработной платы инженера-землеустроителя приведен в таблице 30.

Средний оклад инженера-землеустроителя по городу Томску составляет 25 000р. В среднем, в месяце 22 рабочих дня.

Районный коэффициент г.Томск составил 1,3 согласно Постановлению Правительства РФ от 13.05.1992 N 309.

Таким образом, размер основной заработной платы за смену с учетом районного коэффициента составляет:

$$25000 \text{ руб.} / 22 = 1136,36 \text{ руб.}$$

$$1136,36 \text{ руб.} * 1,3 = 1477,27 \text{ руб.}$$

Производственные работы, согласно таблице 25 производились в течение 61 часа. Нормальная продолжительность рабочего времени не может

превышать 40 часов в неделю, соответственно рабочая смена при 5-дневной рабочей неделе составляет 8 часов.

С учетом данных факторов, работнику потребовалось 7,625 рабочих смен. Основная заработная плата за выполненные работы составляет:

$$1477,27 \text{ руб.} * 61/8 = 11264,18 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата, за счет которой формируется фонд для оплаты отпуска составляет 7,9% от основной заработной платы. В данном случае размер дополнительной заработной платы составляет:

$$11264,18 \text{ руб.} * 0,079 = 889,87 \text{ руб.}$$

Страховые взносы составляют 30% от фонда оплаты труда (Глава 34, Налоговый кодекс РФ). Следовательно, страховые взносы составят:

$$(11264,18 + 889,87) \text{ руб.} * 0,3 = 3646,22 \text{ руб.}$$

Таблица 31 – Расчет заработной платы

№ п/п	Наименование должностей	Кол-во человек	Оклад (в рублях), смена	Районный коэф-т	Заграты труда, чел/см	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Страховые взносы	Фонд оплаты труда
1	Инженер-землеустроитель	1	1477,27	1,3	7,625	11264,18	889,87	3646,22	15800,27
Итого, руб.									15800,27

Таким образом, размер фонда оплаты труда составит 15800,27 рублей.

## 6.7 Планирование и расчет фондов по статьям затрат

Таблица 32 – Общий расчет сметной стоимости работ

Статьи затрат	Объем		Полная сметная стоимость, руб.
	Ед. измерения	Количество	
1. Основные расходы. Итого = 52490,91 рублей			
Затраты на материалы и оборудование	шт.	9	36630
Затраты на оплату труда инженера-землеустроителя	шт.	1	15800,27
Амортизация основных средств	час	62	46,73
Затраты на электроэнергию	ватт	6100	13,908
Накладные расходы (% от основных расходов)	%	10	5249,09
2. Итого (основные расходы + накладные расходы) = 57740 рублей			
Плановые накопления (% от ОР и НР)	%	15	8661
3. Итого сметная стоимость = 66401 рубль			
НДС	%	18	11952,18
3. Итого сумма с учетом НДС = 78353,18 рублей			

Таким образом, для исследований по оценке рисков для здоровья населения г. Томска необходима сумма 66401 рублей. При этом налог на добавленную стоимость составит 11952,18 рублей. Сумма с учетом НДС составит 78353,18 рублей.

## Заключение

Проанализированы концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Томска и выявлено, что степень загрязнения атмосферы г. Томска определяется главным образом содержанием следующих примесей: бенз(а)пирена, хлорида водорода, взвешенных веществ. В период исследования превышения предельно допустимых концентраций наблюдались также по таким веществам, как диоксид азота, фенол и оксид углерода.

Рассчитаны коэффициенты опасности для атмосферного воздуха в г. Томске. Расчеты показали, что полученные значения коэффициентов опасности изменяются в широких пределах. При этом только по 5 компонентам: оксид углерода, диоксид азота, фенол, взвешенные частицы (пыль), водород хлористый наблюдаются значения, превышающие единицу. Также рассмотрено пространственное размещение данных коэффициентов, показавшее, что распределение коэффициентов опасности от воздействия взвешенных веществ происходит по всей территории города, по остальным исследуемым веществам наблюдаются дискретный характер расположения.

Кроме того, произведен расчет суммарных коэффициентов опасности от хронического ингаляционного воздействия и рассмотрены в динамике. Выявлено, что максимальному воздействию подвержена дыхательная система, минимальному – кровеносная система.

Наиболее неблагоприятными районами с точки зрения развития неканцерогенных эффектов от хронического ингаляционного воздействия у жителей является Ленинский и Советский районы города Томска.

Выявлены возможные источники негативного воздействия на окружающую среду.

На основе методов картографо-математического моделирования составлены матрицы распространения по территории г. Томска рисков развития

заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной и кровеносной систем у населения.

Произведено совмещение данных, полученных в результате моделирования, и градостроительного зонирования территории г. Томска и сделаны выводы об отсутствии учета экологической составляющей при градостроительном зонировании.

В качестве рекомендательных мер предлагается, на территориях, с высоким и опасным уровнем рисков развития заболеваний провести следующие мероприятия:

1. Ликвидация и перенос предприятий, оказывающих негативное воздействие на воздушную среду. В случае невозможности ликвидации, проводить перевооружение или реконструкцию предприятий, попадающих в опасную зону.

2. В случаях размещения промышленных предприятий вблизи жилой застройки, проведение природоохранных мероприятий для снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, при этом появляется возможность сокращения размеров санитарно-защитных зон.

3. Использование производственных зон для размещения промышленных объектов невысоких классов вредности, а также объектов общественно-деловой застройки.

4. Объединение санитарно-защитных зон для групп предприятий в пределах одной промышленной зоны и перенос жилой застройки за пределы таких зон.

5. Проведение мероприятий по расширению существующих автомагистралей.

6. Регулирование транспортной нагрузки с целью перераспределения транспортного потока в центральной части города для уменьшения концентрации выхлопных автомобильных газов в жилой застройке.

7. Внедрение в оборот альтернативных видов топлива и поощрение населения при перевооружении транспортных средств.



## Список публикаций автора

1 Майер С.Э. Оценка рисков с использованием ГИС-технологий (на примере г. Томска) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова, посвященного 155 - летию со дня рождения академика В. А. Обручева, 135 – летию со дня рождения академика М. А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы и 110 – летию первого выпуска горных инженеров в Сибири, Томск, 2 – 7 апреля 2017. – [Принята к печати].

2 Soldatova E., Sun Z., Maier S., Drebot V., Gao B. Shallow groundwater quality and associated non-cancer health risk in agricultural areas (Poyang Lake basin, China) // Environmental Geochemistry and Health, 2018. P 1–20.

## Список использованных источников

- 1 Сизов, А.П. Городские земли: оценка качества, мониторинг, применение их результатов в регулировании землепользования [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра технич. наук (25.00.26) / А.П. Сизов. – Московский государственный университет геодезии и картографии. – Москва, 2006. – 53 с.
- 2 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
- 3 Muller, M. – CEDIM Risk Explorer – a map server solution in project “Risk Map Germany” / M. Muller, S. Vorogushyn, P. Maier, et al. – Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2006. Vol.6. P. 711-720.
- 4 Greiving, S. ARMONIA Project: Deliverable 3.1 «Report on New Methodology for Multi-risk Assessment and the Harmonization of Different Natural Risk Maps» / S. Greiving, M. Fleischhauer, S. Wanczura. – Rome; Dortmund, 2005. – 89 с.
- 5 Ming Zhao. Regional risk assessment for urban major hazards based on GIS geoprocessing to improve public safety / Ming Zhao, Xiang Liu. – Safety Science, August 2017, Vol. 97, P. 112-119.
- 6 Чапарин, А.Н. Оценка экологического риска и его отображение в гис в интересах жкх промышленных территорий [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. технич. Наук (25.00.36) / А.Н. Чапарин; Московский государственный университет геодезии и картографии. – Москва, 2013. – 24 с.
- 7 Москвичев, В.В. Оценка природно-техногенной опасности и риска территории Красноярского края с применением ГИС-технологий / В.В. Москвичев, А.М. Лепехин, А.В. Тридворнов. – Вычислительные технологии, том 12, специальный выпуск 3, 2007. Стр. 72-79.

8 Пояснительная записка к проекту территориального планирования муниципального образования «Корниловское сельское поселение» (генеральный план) [Электронный ресурс] // URL: <http://knu.znate.ru/docs/index-546201.html> (дата обращения 05.05.2018).

9 Технический отчет «Гидрологическое обоснование смещения береговой линии микрорайона «Пойма» в г. Томске [Электронный ресурс] // URL: [http://www.admin.tomsk.ru/DocBase/pubs.nsf/0/67D5CA29FF62417247257ABC003CA8CE/\\$File/file.doc](http://www.admin.tomsk.ru/DocBase/pubs.nsf/0/67D5CA29FF62417247257ABC003CA8CE/$File/file.doc) (дата обращения 05.05.2018).

10 Отчет о научно-исследовательской работе (результаты компьютерного моделирования) «Проведение гидрологического обоснования смещения береговой линии микрорайона «Пойма» (Томский государственный университет, 2007 г.).

11 Покровский, Д.С. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории Томска. / Д.С. Покровский, К.И. Кузеванов. Обской вестник. – Новосибирск, 2008. – 96-104 с.

12 Проект планировки и проект межевания территории Левобережья р. Томи в границах городской черты с концепцией градостроительного развития прилегающих территорий Томского района в границах агломерации Материалы по обоснованию проекта. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.admin.tomsk.ru/DocBase/komzz.nsf/0/8F9B86F4489B63C047257A0500188C91> (дата обращения 05.05.2018).

13 СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция. СНиП 2.01.07-85\*. М., 2011 г.

14 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция. СНиП 23-01-99\* М., 2012 г.

15 Попп, Е.А. Разработка методики оценки влияния экологической составляющей на кадастровую стоимость земельных участков (на примере города Бийска) [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. технич. наук (25.00.26) /

Е.А. Попп. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий». – Новосибирск, 2015. – 24 с.

16 Жуков, В.Т. Математико-картографическое моделирование в географии/ В.Т. Жуков, С.Н. Сербенюк, В.С. Тикунов . – М.: Мысль, 1980, 222с.

17 Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон» от 3.03.2018 г. № 222// СПС Консультант плюс [Электронный ресурс] // Материалы сайта <http://www.consultant.ru/>.

18 ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий

19 Козаченко, В. И. Э40 Экологическая безопасность воздушной среды: Учеб.-метод. пособие / В. И. Козаченко, Т. В. Колобашкина, Т. А. Пожарова, Б. И. Попов и др. – СПбГУАП. СПб, 2003. 44 с.

20 Сборник цен и общественно необходимых затрат труда (ОНЗТ), утвержденным приказом Комитета Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству № 70 от 28 декабря 1995 г. с применением индексов согласно Приказа Минэкономразвития России от 20.10.2015 № 772.

21 «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 23.04.2018) // СПС Консультант плюс [Электронный ресурс]// Материалы сайта <http://www.consultant.ru/>. URL:[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/) (дата обращения 05.05.2018).

22 Генеральный план. Положения о территориальном планировании. [Электронный ресурс] // Официальный портал МО «Город Томск». URL: [http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp\\_pub/gp\\_new/GP\\_Tomsk\\_Osn\\_pol\\_11\\_28\\_07\\_h.html](http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/gp_new/GP_Tomsk_Osn_pol_11_28_07_h.html). (дата обращения 08.03.2018).

## Приложение А

(справочное)

### Analytical review of literature. The use of information technology and geographic information systems (GIS) for risk assessment

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ61	Майер Софья Эдуардовна		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Евгения Александровна	канд. геол.-минерал. наук		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Надеина Луиза Васильевна	канд. филол. наук		

Health of human depends on not only the environmental risk factors. The current methodology for comparative risk assessment provides for a twin-tracking review of the health risks, environmental risks caused by ecosystem disturbances and harmful effects on aquatic and terrestrial organisms (except the people), risks of worsening of living conditions and deterioration in the quality of life. The purpose of the comparative risk assessment is to identify priority environmental issues. Generally, a comparative risk assessment precedes extensive research of health risk assessment and is carried out by peer review of available data on possible adverse effects associated with chemical pollutants [1].

The risk assessment forms part of the risk management process and constitutes a structured analysis of the likelihood emergence of a dangerous phenomena and their consequences. In addition, risk assessment provides an opportunity to figure out if the level of risk is acceptable, or whether it is necessary to take any measures to eliminate it.

The risk assessment studies of different origins conducted around the world. For example, the work "CEDIM Risk Explorer – a map server solution in project “Risk Map Germany” [2] included the results of a study under the "Risk map Germany" project, conducted at the Center for Disaster Management and Risk Reduction (CEDIM).

Muller M., Vorogushyn S., Maier P. consider, that to visualize in the CEDIM maps, one of the important classification categories is the data characteristics. Data can be divided into the following classes: discreta, continua, qualitative, quantitative, absolute and relative. These classes are combined to select more accurate graphic compositions. Also in this article are described different cartographic methods for displaying data.

The authors point out that the main goal in the project risk map is to carry out an area-wide quantification of these risks. For the natural hazards winter storm, flood and earthquake as well as for man-made hazards, methods are developed in order to

determine and compare the risks on a common data base. In addition, the assessment of assets that have been affected, for example, the degree of destruction of buildings and roads. For the German state of Saxony, the three risks are compared for every single municipality by the synopsis group. The risk calculation refers mainly to direct damage to private buildings. In the infrastructure group, the impact of earthquake and flood events to the transport network is investigated.

Risk identification CEDIM in this research consists of three consecutive steps, which result in the formation of three types of thematic maps: hazard maps, vulnerability maps and risk maps. Between these maps, there are such differences:

1. A Hazard Zonation Map shows the spatial spread of the hazard and its intensity with the definition of the specific probability of occurrence or its excess.

2. A Vulnerability Map shows the financial losses and susceptibilities of elements at risk (taking into account parameters that affect the degree of destruction, for example, building construction).

3. A Risk Map shows the spatial distribution of the risk, which represents the expected damage or monetary loss and its stated probability of exceeding.

The authors of the methodology clarify that the CEDIM risk assessment based on assessment of economic damage and technical vulnerability, while ignoring many of the social aspects.

The map visualization in the “CEDIM Risk Explorer” meets the purposes of presentation and analysis. Thereby the presentation enables the cartographic communication between the map-user and the map. In this case, the analysis here plays the role of a general search for new relationships between different data sources and the ability to answer any questions on the maps, for example, the operation of spatial analysis by visual overlay of two or more sets of data and/or maps.

In order to meet the map goals in CEDIM and to visualize the statistical data within its spatial context in a suitable manner, the characteristics of the underlying phenomena have to be determined.

As a result of the research, the authors created the "CEDIM Risk Explorer" web-service. This service combines a set of maps showing the distribution of natural and man-made risks and vulnerabilities. In addition, the authors assume that through any web browser any user can create cartographic compositions for their needs in this program. It is assumed that users can compare different hazards and risks in certain places in Germany.

«The agreed database and maps will serve as an important prerequisite for conducting multi-risk analysis, which is currently being implemented, because of the presentations on the maps; users can be given a better spatial understanding of the various threats. Easy to understand and comparable presentations of cards emphasize the exclusion of spatial relationships for the user, and not the creation of new knowledge», - the scientists say.

The report «Report on New Methodology for Multi-risk Assessment and the Harmonization of Different Natural Risk Maps» [3] provides an overview of both European methodologies for integrated risk assessment and methodologies developed in other countries of the world. Also in the countries of the European Union, several methods consider an integrated approach in risk assessment. These include TEMPOR (The European Multi-Hazard Risk Assessment Project), EC TIGRA project, DDRM (France) multi-risk approach and others. Similar approaches exist in the USA, Australia, and Tajikistan. All of them share the common aim of assessing the natural hazards as a whole.

The most important item to make a society resilient to disasters is the correct planning and management of land use, to enhance sustainability by reducing vulnerability to severe natural phenomena. Very often, in the past, Governments tried to cope with disasters using warning systems, emergency relief and hazard reduction measures. For several reasons these usual approaches were not adequate to reduce losses in disasters to acceptable levels.



The authors explain that the main goal of ARMONIA is to introduce innovative harmonizing methodological approach as a fundamental tool for reducing losses from natural disasters through proper land use planning and rural development management, rural areas with infrastructure (roads, bridges, water supply, sewerage, electricity systems, etc.) and urban areas.

In a research reported that the other important issue of ARMONIA is the investigation of various dangers for the development of a methodology for assessing multirisks. The work states that at present there is no single consolidated definition of "multi-hazard". Therefore, it has been suggested that maps with several risks can be obtained in five different ways, including the recognition of individual hazards at various levels (for example, regional and local); assessment of the vulnerability of certain categories of events, indicating the location of the event, intensity and severity and calculating the expected damage; assessment of the fragility curves, whenever possible, for any particular hazard category, obtaining the probability of damage (for example, for seismic hazard the % of cracks in walls, the % non-statically safe buildings, the % of collapsing buildings) for this category of open elements determined by territorial planners; risk analysis by hazard category; harmonization of various individual values of damage (risk). The authors also argue that in order to implement multi-risk maps, it is necessary to create vulnerability curves that have an individual hazard (for example, intensity, magnitude, category) as inputs, and also derive average losses, possibly defined as the probability of occurrence (a brittle curve).

A multi-layered hazard map (not aggregating hazards) can be produced by overlaying single hazard maps, using a GIS environment.

The authors consider that an integrated approach to managing various hazards can become an important operational tool in spatial planning for the timely identification of areas with potential threats, as well as for determining safe areas. GIS can contribute to this, saving time costs and rationalizing competencies. This

aspect opens one more important problem: in the modern world, the development of information technologies has led to a wide dissemination of unsystematized raw information. This led to the emergence of a separate category of specialists, namely information managers. As a rule, these are people who are competent in managing large volumes of information and data and who have unbiased views, but do not have special knowledge on the issue under study (for example, in the field of ecology). Thus, they become a conductor between the scientific community and the end user.

«On the other hand, -the authors explain, - since information managers are generally not masters of the technical domain with which they are dealing, the outputs may not be realistic. In hazard and risk assessment, the result must reflect the chosen methodology, the scale of the investigation processes, the scale of chosen output and the margin for errors in estimation and large uncertainties not obvious in the original data and information».

The next draft considered in the report [3] is TIGRA project. The approach developed within the framework of the TIGRA project is based on the fact, that it is impossible to correctly build the right territorial and environmental policy, relying only on the elimination of emergency situations, the correct step in this case should be the development of a set of measures to prevent and mitigate the consequences of natural disasters. The main cause of the danger of natural disasters, the authors of the TIGRA project consider the technogenic burden on complex vulnerable natural environments.

With regard to prospects, based on past experience, scientists are supposed that it is necessary to take into account not only the physical damage done to the environment, but also the effects on the socio-economic environment that affect the future. Faced with this complexity, more and more researchers and decision-makers involved in risk assessment and management recognize that any sectoral solution will fail, while complex tools and approaches are needed to develop mitigation strategies

The scientists working on the TIGRA project took into account the above considerations and developed an integrated approach that takes into account related climate disasters, such as earthquakes and volcanic eruptions, the impact of this on human body systems, their relationships and mitigation strategies.

This process was investigated in order to proceed from the current "current state" of specific hazards and to integrate existing methodologies of individual natural events into a single approach. The rationality for developing an integrated approach is explained by the fact that different natural disasters have a similar impact on such aspects as the economic situation, impact on the population, environmental change, the need for targeted planning and various problems of management in a disaster situation, the need for effective logistics and communication, planning of natural disasters. Thus, despite the heterogeneity of natural disasters, they have similar features. At the same time, a comprehensive understanding of the state of the natural environment and the relationship with the human system is fundamental to land use and spatial planning, which is a key to a sustainable development society that is sustainable against natural disasters.

Ultimately, authors the development of the TIGRA project was carried out to show the feasibility of implementing the tools and procedures for successful land planning and management of the territory. At the same time, researchers recognize that a global approach to various natural disasters and the anthropogenic system is important.

The next project considered in the report [3] is TEMPOR. For the TEMPOR project, an innovative approach to the assessment of natural disasters was developed, its goal was to create a society that would be resistant to all kinds of natural disasters and could successfully resist them. This campaign implies comprehensive studies of the environment, infrastructures, and the structure of society in order to determine the optimal behavior strategy, which allows to minimize the consequences for any kind of cataclysms. To plan development, as well as protect existing infrastructure, civil

buildings, objects of cultural value, or important industrial complexes, it is necessary to approach all risks in a comprehensive manner. It is also comprehensively necessary to solve the problems of protecting the population, reducing the negative consequences for the economy, and mitigating indirect economic losses. Any category at risk requires a specific data type: for instance "land planning" is mainly dominated by hazard level and the protection of existing structures and infrastructures has to be managed appropriately to the expected losses (economic, such as the cost for restoring the same level of functionality before the event).

From the analysis of potential use, it was revealed that the input / output of data, as well as the methodology, strongly depend on the demand of end users; this led to a division into three main areas of application:

- federal / regional land planning and protection;
- local planning and protection;
- site mitigation.

In view of the foregoing, the TEMRAP project was also created to emphasize the idea of a unified strategy for solving problems arising from various natural events, despite the great differences in the methodology of using and processing data. It is most useful to use the contents of this project to create reliable models of climate-related hazards, such as floods, landslides, hurricanes. However, unlike climatic, the dangers associated with geophysics need to be studied more individually.

The Délégation aux Risques Majeurs (DDRM) procedure, developed in France and described in the report «Report on New Methodology for Multi-risk Assessment and the Harmonization of Different Natural Risk Maps» [3], is one of the few European practical applications that consider a procedure with several risks. The reason for the emergence of this procedure was several natural disasters, as a result of which the entire territory of France was displayed on maps. A complete map with several risks is determined by simply overlaying different risks in the same area.

Each unit of the territory (district, municipality, province) is characterized by the number of risks that may occur.

The authors considered the following types of hazards:

1. Seismic danger;
2. Landslides;
3. Danger of industrial accidents;
4. Danger of forest fires;
5. Danger of road accidents;
6. Flooding hazard;
7. Danger of dam destruction.

The multi-risk in this methodology is determined by the seven risk classes shown in Figure 25.

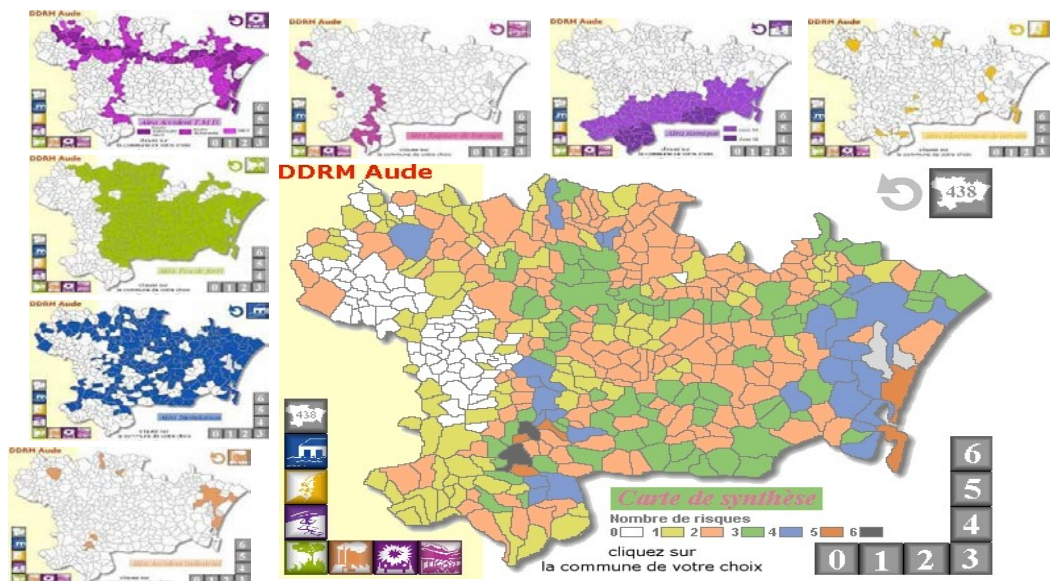


Fig. 25 – Multi-risk map from DDRM methodology [3]

The authors report that HAZUS-MH, refers to software products used at the state level. This program uses a standardized methodology that makes it possible to create models for estimating potential losses from earthquakes, floods and hurricanes.

The development of HAZUS-MH was carried out by the Federal Agency for Emergency Situations (FEMA) under a contract with the National Institute of Building Sciences (NIBS). NIBS supports the expert committees of winds, floods and earthquakes. In addition, they support software for technical supervision and manage the development of HAZUS-MH. Estimates of losses produced by HAZUS-MH are based on current scientific and technical knowledge about the impact of hurricane winds, floods and earthquakes. At all levels of government, the assessment of losses is important. In decision-making, it provides the basis for developing plans and policies for mitigation, emergency preparedness and planning for response and recovery. HAZUS-MH uses modern geographic information system (GIS) software to display hazard data, as well as the results of assessing physical and economic damage to buildings and infrastructure. It also allows users to assess the impact of hurricane winds, floods and earthquakes on populations.

The report [3] explains that with each new version, new functions appear in the program that can speed up the formation of risk maps.

According to the study, HAZUS-MH provides three levels of analysis:

1. The analysis of the first level is the initial one. By results of its carrying out it is possible to make the rough estimation based on the national database. This stage allows to determine the priority of high-risk communities and is a good way to start the process of risk assessment.

2. For the analysis of the second level, additional or updated data cards and hazards are required, which will give more accurate estimates of risks and losses. This phase of the analysis may require the assistance of specialists in the field of emergency management, urban planners, GIS specialists and others.

3. The analysis of the third level can give the most accurate estimate of losses and, as a rule, requires the participation of technical experts, such as structural and geotechnical engineers, who can change the parameters of losses based on specific community conditions. This level analysis will allow users to provide their

own methods of studying special conditions, such as dams and tsunamis. This level requires engineering and other knowledge (fig. 26).

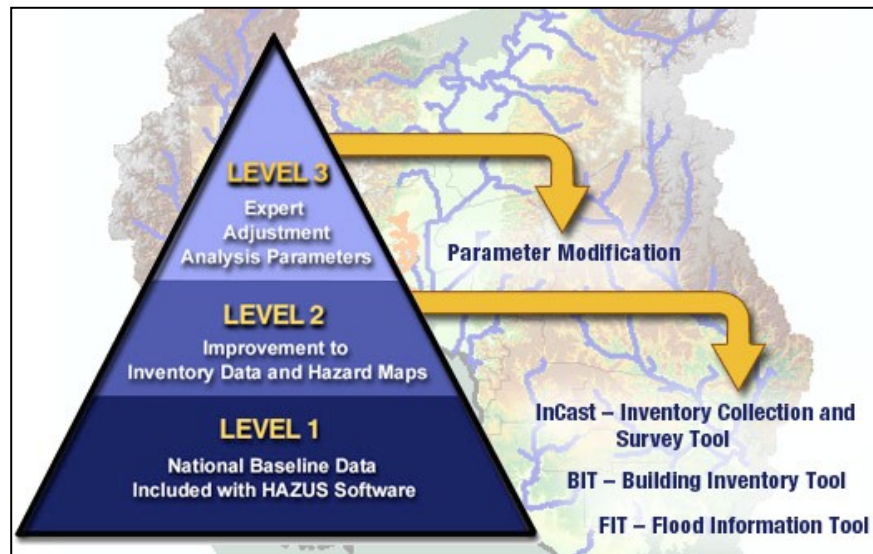


Fig. 26 – HAZUS multi-hazard analysis levels (FEMA) [3]

In the report [3] there was also material on the project ESPON 1.3.1 Hazards. This project shows the spatial patterns of natural and man-made hazards in Europe as a review in all areas of NUT-3 and determines the possible consequences of climate change for individual natural disasters. The main approach used by scientists in the project was to use the existing results of hazard studies and integrate them so that the information obtained could be applied to other territories. The natural and technological hazards that are relevant to one particular area have been selected with the help of certain risk schemes. The natural and technological hazards that are relevant to one particular area have been selected with the help of certain risk schemes. To ensure that the selected hazards and risks were relevant for spatial planning tasks, a so-called spatial filter was applied. As an example, the authors cite the following statement, floods and major emergencies have a spatial significance, while planning can not mitigate risks such as meteorite impact or murder.

In the course of the work, scientists were made conclusions were drawn that not all hazards are equally important for the whole territory, since the importance of

hazards differs between different sites in the search for differences in conditions. A weighing system, the Delphi method, was used to develop a single European hazard assessment system. First, there was a need to test the methodology in several thematic areas, and after that the scientists developed an integrated picture of the aggregated hazards in Europe. As a result, a comprehensive hazard map was created that displays the location of high and very dangerous zones in the form of a scorpion that has a head in central and southern Germany, hands reaching the Iberian Peninsula and the United Kingdom, respectively, and a tail that covers parts of the central and eastern Europe before they turn south through the countries of accession to Greece. In this sense, the most dangerous spaces of Europe go far beyond the so-called "pentagons", and the "blue bananas".

In addition to the above, it is clarified that the risk of hazards is related to potential hazards and vulnerabilities. The integrated European vulnerability is based on a combination of such factors as the number of population, GDP (national and regional) and natural areas, divided into parts.

The methodology of Disaster management in Tajikistan is one of the most interesting and simple methodologies described in the report [3]. The concept of this risk model is simple, for this reason it is easy to apply. In this study, risk is defined as a function of severity and probability, where the probability depends on frequency and time, whereas severity is a function of exposure and vulnerability. The severity parameters and probability parameters are correlated in a Risk Ranking Matrix.

In the approach scientists of Tajikistan, each natural risk corresponds to a certain matrix in accordance with the risk scenario. This approach makes it possible to describe any danger in a particular territory or area in two dimensions: spatial and temporal (see Fig. 3).



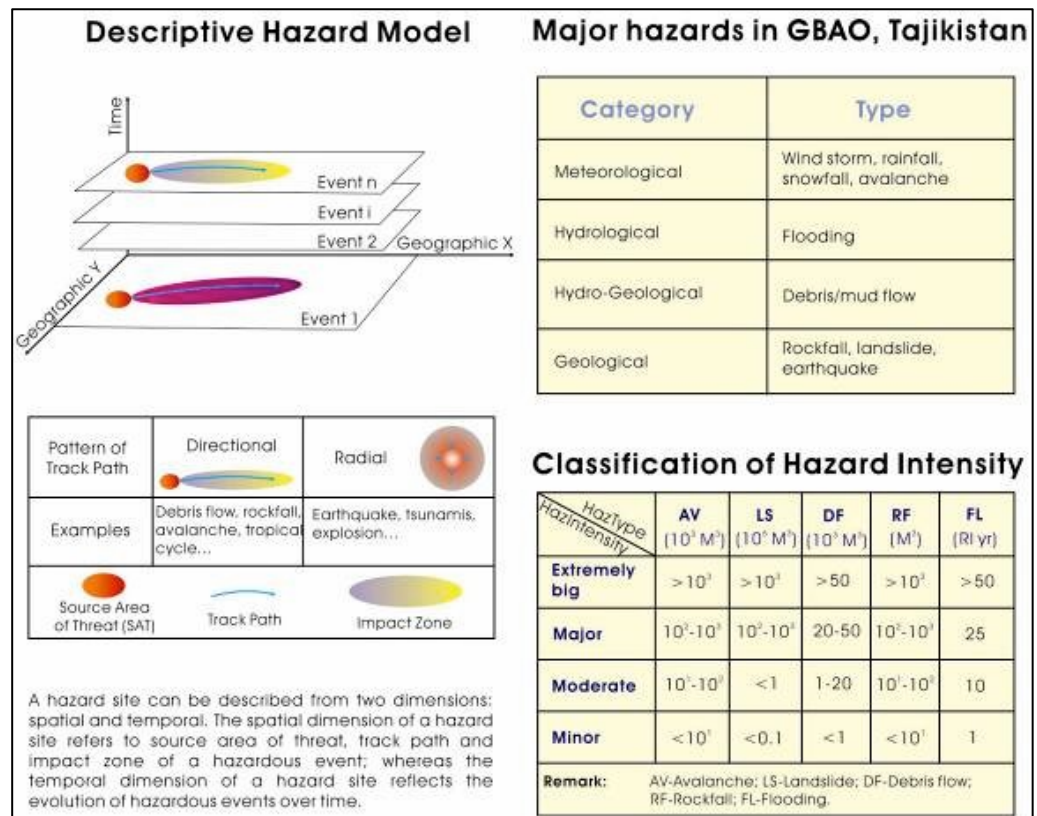


Fig. 27 – Multi-hazard analysis in Tajikistan modelling [3]

In addition to the picture 27, it should be noted that the temporal aspect reflects the development of dangerous events over time, while the spatial characteristic of the hazardous area relates to the source of the threat, routes and zones of exposure to hazardous events.

This technique applies to the following hazard categories:

- Meteorological (wind storms, rainfall, snowfall, avalanches),
- Hydrological (flooding),
- Hydro-geological (debris/mud flows),
- Geological (rock falls, landslides, earthquakes).

All of them can be combined with the matrix of multirisk intensity.

Intensity of hazards is divided into four classes:

1. Extremely large
2. Major

3. Moderate
4. Minor

Innovative in this approach is that the indicator was identified and indexed for community vulnerabilities (CVIIS).

CVIIS was developed and developed in accordance with the 5 Ss principle proposed by Granger (2001), and the indicators for each aspect of vulnerability are selected taking into account the situation and characteristics of the target region.

The work «Regional risk assessment for urban major hazards based on GIS geoprocessing to improve public safety» [4] contains the results of an estimation of regional risk for the areas adjoining to potential sources of large dangers are resulted.

The authors argue that a regional assessment of the risk of major hazards to cities is of great importance in ensuring public safety of the environment. In practice, the repetition of the geo-information steps necessary for the process of risk mapping is rather laborious, and this was a challenge for both researchers and managers. In this study, scientists developed and implemented a tool to facilitate the process of assessing the regional level in cities. GIS is regarded as a powerful tool for managing and displaying spatial data as well as analyzing spatial information. It is well known that GIS geo-processing is a convenient and flexible technology for automating complicated GIS tasks, and it has been successfully demonstrated in solving many geospatial problems. The fundamental idea of GIS geo-processing is to provide a framework and toolkits for performing analysis and managing geographic data. Geo-processing provides a large suite of tools for performing GIS tasks that range from mundane to quite creative. The modeling and analysis capabilities geo-processing provides make ArcGIS a complete geographic information system. Moreover, GIS geo-processing allows users to customize a task in a visual modeling environment by chaining together sequences of tools, feeding the output of one tool into another. Users can use this ability to compose an infinite number of geo-processing models (tool sequences) that help automating complicated GIS tasks and solving complex

geospatial problems. Furthermore, geo-processing also provides the capacity of sharing one's work with others by packaging the workflow into an easily shared package, as well as creating web services from GIS geo-processing workflows. Naturally, combining the advantages of geo-processing with the high-performance visualization capability of GIS will result in a solution for urban regional risk assessment, particularly for risk mapping. Unfortunately, related solution that involves GIS geo-processing technology in evaluating urban regional risk is still sparse among present researches.

This study showed that with the help of automated GIS tools it is possible to simplify the process of calculating the severity, vulnerability assessment and risk comparison by the example of one of the regions of northern China.

The research «Spatial distribution of nitrate health risk associated with groundwater use as drinking water in Merida, Mexico» [5] was conducted on the territory of the State of Yucatan in the City of Merida which located on the Southeast of the Mexican Republic the research was conducted in 2012-2013. In total, two water quality surveys were carried out, during periods when a low groundwater table in an aquifer was observed. The sampling points were located within the three main water treatment facilities and in the reserve water supply system. All investigated wells were geo-referenced using the GARMIN device. Samples of groundwater were collected at the entrance to the water treatment facilities. Samples of groundwater were collected at the entrance to the water treatment facilities. Analysis of substances contained in water was carried out using spectrophotometric methods using atomic absorption spectrometry methods. All the methods of investigation used correspond to standard methods for studying water and wastewater.

Health risk assessment in this work was to identify the risks faced by populations exposed to nitrates from groundwater used in supply systems.

The hazard assessment in this research was carried out by calculating the Hazard Index (HI), which is used as an indicator of the current hazards of adverse

effects from the consumption of the substance. Individual risk of developing a negative effect becomes higher than the total risk of HI. This relation is named HI by the Environment Protection Agency (USEPA). In the work, the determination of HI was performed on the basis of the Ingredient Dose (ID) and the reference dose (RfD). The reference dose is defined as the concentration of a substance that does not have a toxic effect on a person for a certain period of time.

Based on the calculated indices, the authors of Annette Yabel Rojas Fabro, Julia Guadalupe Pacheco Avila constructed models of spatial distribution. The spatial distribution models showed that the highest values of HI are located in the central part of the City of Merida, which is supplied by wells in intra-urban back-up system.

The spatial distribution of the HI reported in this research provide for the very first time scientific evidence confirming that the aquifer feeding the water treatment works in the periphery of the city, does not pose mayor public health risks due to the presence of nitrates. GIS technology is an essential tool to achieve a better representation of the spatial distribution of chemical contaminants that may affect drinking water supply sources and public health.

Russian researchers also dealt with the issue of risk assessment using GIS. Therefore, in the work [6] of A.N. Chaparin developed a methodology and outlined five stages of environmental risk assessment in the interests of housing and communal services in industrial areas with subsequent mapping based on software «Prisma».

In this work, various research methods are applied, the main ones of which are:

- analysis of existing methods of environmental risk assessment;
- software solutions for environmental risk assessment;
- analysis of the applicability of geographic information technologies for the assessment and mapping of environmental risk;
- modeling of environmental risk assessment and its mapping into GIS;

- experimental studies on the environmental risk assessment of the object - public corporation "Norilsk Nickel" with graphical analysis of the results of the assessment in the GIS, to test the logical and analytical structure of the proposed methodology for mapping environmental risk in the GIS, and the real possibility of its application for solving environmental safety problems at sites of various technogenic load.

According to the research, the methodology for mapping environmental risk in a GIS consists of five consecutive stages.

At the first stage, the receipt and input of the initial data is made to the «Prisma» program, which simulates the distribution of pollutant concentrations, and builds the surface concentration of pollutants.

At the second stage of the methodology of mapping environmental risk in GIS, the topographic model of the evaluation object is formed. This procedure is performed on the territory of the location of the object of assessment using: a vector map, aerospace images.

In the third stage, according to data obtained in the first stage, the priority of pollutants is calculated according to their hazardous effect on the population, in accordance with the developed method for ranking pollutants according to the priority of their hazardous effect on the population. Further, visualization of the fields of surface concentrations of priority pollutants on the background of the cartographic substrate in the GIS is carried out.

At the fourth stage, the calculation of the environmental risks and the direct calculation of environmental risk are carried out, using the module for calculation of environmental risk developed by the author. The calculation setup includes setting the name of the resulting file, selection of the calculation area (arbitrary area, territory of the object), element size (unit area), MPC for the substance involved in the calculation.

At the final, fifth stage, a geographic model is created for GIS, and environmental risk zones are introduced into the GIS.

The calculation of environmental risk is carried out for each pollutant as an individual risk of mortality and population risk of mortality.

Due to researches it is established that environmental risk, as a form of mapping the consequences of the deterioration of geocological situations, makes it possible to assess the consequences of the negative impact of pollutants in the indicators of deterioration of health status or an increase in mortality in the study area. These assessments make it possible, at an early stage in the formation of projects for the development of industrial zones, populated areas and individual regions, to determine the most problematic areas in geo-ecological terms.

Its work revealed that the software solution of environmental risk assessment and its mapping into GIS is the integration of three different operating units. The first block is the use of the program for calculating atmospheric pollution, with zoning of territories by the concentration indicator (MPC) of the pollutant; the second block is the zoning of the territory according to the risk indicator; the third block is the mapping of environmental risk in the GIS.

In this paper [7], based on the analysis of emergencies for 2001-2006, individual, collective, social and complex risks of man-caused, natural and natural-technogenic emergencies in the Krasnoyarsk Territory were assessed. A GIS-technology for constructing maps of natural risks was developed and zoning of territories of the region was carried out according to the level of risk. The obtained results indicate the principal possibility of solving the problem of assessing and zoning risks of emergency situations of natural and man-made character with the construction of maps or atlases of risk both for individual territories and in general for the Siberian Federal District.

Tomsk is one of the major industrial centers of Western Siberia. In the city, there are enterprises of fuel, energy, timber and woodworking, and chemical industry.

The study area includes more than 30 enterprises hypothetically influencing the environment.

The development of a methodology for the integrated assessment of health risks will identify negative impacts and take timely measures to minimize and eliminate them.

## References:

- 1 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
- 2 Muller M., Vorogushyn S., Maier P., et al. CEDIM Risk Explorer – a map server solution in project “Risk Map Germany” // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2006. Vol.6. P. 711-720.
- 3 Greiving S., Fleischhauer M., Wanczura S. ARMONIA Project: Deliverable 3.1 «Report on New Methodology for Multi-risk Assessment and the Harmonization of Different Natural Risk Maps». Rome; Dortmund, 2005.
- 4 Ming Zhao, Xiang Liu. Regional risk assessment for urban major hazards based on GIS geoprocessing to improve public safety // Safety Science, August 2017, Vol. 97, P. 112-119.
- 5 Annette Yabel Rojas Fabro, Julia Guadalupe Pacheco Avila, María Vicenta Esteller Alberich, Santos Armando Cabrera Sansores, Miller Alonso Camargo-Valero. «Spatial distribution of nitrate health risk associated with groundwater use as drinking water in Merida, Mexico» // Rojas Fabro A. Y. et al. (2015). Applied Geography, Vol. 65, P. 49-57
- 6 Чапарин, А.Н. Оценка экологического риска и его отображение в гис в интересах жкх промышленных территорий [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. технич. Наук (25.00.36) / Чапарин Антон Николаевич; Московский государственный университет геодезии и картографии. – Москва, 2013. – 24 с.
- 7 В.В. Москвичев, А.М. Лепехин, А.В. Триворнов. Оценка природно-техногенной опасности и риска территории Красноярского края с применением ГИС-технологий // Вычислительные технологии, том 12, специальный выпуск 3, 2007. Стр. 72-79.



## Приложение Б

(обязательное)

Таблица 1 – Концентрация веществ, содержащихся в атмосферном воздухе г. Томска в 2014-2017 гг., по точкам опробования, в мг/м<sup>3</sup>

№	Наименование вещества																																								
	СО				NO <sub>2</sub>				С <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ОН				СН <sub>2</sub> O				РЬ				Сu				С <sub>6</sub> H <sub>6</sub>				Взвешенные частицы (пыль)				С <sub>20</sub> H <sub>12</sub>				НСI				
	Год	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
1	-	-	2,4	2,4	-	-	0,0 69	0,0 38	-	-	0,0 045	0,0 04	-	-	0,0 1	0,0 1	-	-	0,0 000 6	0,0 001 3	-	-	0,0 000 1	0,0 000 1	-	-	0,2	0,2	-	-	0,8 8	0,2 9	-	-	0,0 005	0,0 005	-	-	0,1 1	0,9 5	
2	-	-	2,4	2,4	-	-	0,0 47	0,0 21	-	-	0,0 045	0,0 04	-	-	0,0 1	0,0 1	-	-	0,0 000 6	0,0 000 6	-	-	0,0 000 4	0,0 000 65	-	-	0,2	0,2	-	-	0,5 7	0,4 6	-	-	0,0 005	0,0 005	-	-	0,0 85	0,2 1	
3	-	-	2,4	2,4	-	-	0,0 27	0,0 21	-	-	0,0 09	0,0 04	-	-	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 8	0,2 6	-	-	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
4	-	-	2,4	2,4	-	-	0,0 21	0,0 21	-	-	0,0 107	0,0 04	-	-	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 2	0,2 9	-	-	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
5	-	2,4	-	-	-	0,0 89	-	-	-	0,0 096	-	-	-	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	-	-	-	0,0 005	-	-	-	-	-	-	
6	5,1 3	-	2,4	2,4	0,0 78	-	0,0 21	0,0 5	0,0 04	-	0,0 052	0,0 04	0,0 1	-	0,0 1	0,0 1	0,0 001 6	-	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 18	-	0,0 000 1	0,0 001	0,0 2	-	0,2	0,2	1,6 7	-	0,6 9	0,2 6	0,5	-	0,0 005	0,0 008	1,1 3	-	0,1 1	0,4 3	
7	2,3	2,6	2,4	2,4	0,0 64	0,1 3	0,0 21	0,2 2	0,0 043	0,0 042	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 18	0,0 1	0,0 1	0,0 002	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 000 7	0,0 006 6	0,0 001 3	0,0 003 2	0,0 000 8	0,0 2	0,0 2	0,2	0,2	0,7 4	0,9 9	0,4 3	0,3 7	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	0,2 9	0,3	0,1 9	0,2
8	1,2	2,6	2,4	2,4	0,1 8	0,2 6	0,0 22	0,0 8	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 18	0,0 1	0,0 1	0,0 001 3	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 001 5	0,0 003 7	0,0 001 3	0,0 000 2	0,0 000 8	0,0 2	0,0 2	0,2	0,2	0,7 3	0,7 1	0,8 8	0,2 6	0,5	0,0 005	-	0,0 005	0,4 1	0,1	-	0,2 8	
9	3,5	2,6	2,4	2,4	0,0 76	0,2 7	0,0 21	0,0 97	0,0 04	0,0 04	0,0 046	0,0 04	0,0 1	0,0 29	0,0 1	0,0 1	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 006 1	0,0 002 9	0,0 000 1	0,0 000 1	0,0 2	0,0 2	0,2	0,2	0,4 5	1,0 4	0,8 5	0,3 7	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	0,2 9	0,1	0,0 63	0,1 2	
10	3,7	3,1	2,4	2,4	0,0 63	0,2 5	0,0 32	0,0 37	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 12	0,0 1	0,0 1	0,0 000 88	0,0 000 6	0,0 000 7	0,0 000 6	0,0 001 9	0,0 000 42	0,0 001 8	0,0 002 2	0,0 000 2	0,0 2	0,0 2	0,2	0,2	0,6 1	1,0 6	0,9 1	0,4 6	0,5	0,0 077	0,0 005	0,0 021	0,3 8	0,1 3	0,0 65	0,5 6
11	3,1	3,1	2,4	2,4	0,1 7	0,2 4	0,0 39	0,1 3	0,0 04	0,0 075	0,0 046	0,0 046	0,0 1	0,0 18	0,0 1	0,0 1	0,0 002 3	0,0 000 6	0,0 001 25	0,0 000 8	0,0 002 1	0,0 004 8	0,0 000 2	0,0 000 6	0,0 2	0,0 2	0,2	0,2	0,4 6	0,7 7	0,6 3	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	0,5 3	0,2	0,1 3	0,2 8	
12	1,9	2,4	2,4	2,4	0,0 47	0,0 43	0,0 32	0,0 21	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 12	0,0 1	0,0 1	0,0 001 6	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 003 6	0,0 006 1	0,0 001 8	0,0 000 1	0,0 006 1	0,0 2	0,0 2	0,2	0,2	0,4	1,0 3	0,3 9	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	1,0 7	-	0,2 4	0,9 1	
13	2,2	4,2	2,4	2,4	0,0 2	0,1 3	0,0 27	0,1 1	0,0 052	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 25	0,0 1	0,0 1	0,0 000 78	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 004 4	0,0 003 6	0,0 000 1	0,0 000 1	0,0 2	0,0 2	0,2	0,2	0,8 1	1,1 4	0,3 3	0,5 5	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	0,2 5	0,2 2	0,4 7	0,1 5	
14	5,2	2,4	2,4	2,4	0,2 9	0,0 31	0,0 57	0,0 35	0,0 04	0,0 04	0,0 052	0,0 04	0,0 1	0,0 21	0,0 1	0,0 12	0,0 001 4	0,0 003	0,0 000 6	0,0 001 3	0,0 027	0,0 015	0,0 003 5	0,0 000 1	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	1,5 9	1,4 5	0,4 6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	0,1 9	0,4 8	0,1 4	1,1 7	
15	5	2,4	2,4	2,4	0,0 57	0,0 21	0,0 21	0,0 33	0,0 04	0,0 076	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 003 5	0,0 002 8	0,0 001 5	0,0 000 6	0,0 045	0,0 02	0,0 000 1	0,0 000 4	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1 3	1,0 7	0,3 6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	0,6 3	0,9 6	0,2	0,7 3	
16	3	2,4	2,4	2,4	0,0 67	0,0 29	0,0 39	0,0 21	0,0 04	0,0 051	0,0 046	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 14	0,0 1	0,0 000 81	0,0 000 6	0,0 001 1	0,0 000 6	0,0 007	0,0 001 3	0,0 001 5	0,0 003 3	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,2	0,5 2	0,7 5	0,6 6	0,5 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	1,1 7	0,5 8	0,0 83	0,1 7	
17	2,6	2,4	2,4	2,4	0,1 5	0,0 48	0,0 46	0,0 21	0,0 04	0,0 055	0,0 058	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 17	0,0 1	0,0 000 78	0,0 000 6	0,0 000 6	0,0 001 2	0,0 005 1	0,0 002 5	0,0 000 1	0,0 000 1	0,0 2	0,0 2	0,2	0,2	0,8 3	1,1 5	0,6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	0,8 3	0,4 3	0,0 72	0,4	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
18	3,9	2,4	2,4	2,4	0,0 57	0,0 94	0,0 22	0,0 27	0,0 04	0,0 06	0,0 052	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 12	0,0 1	0,0 000 81	0,0 000 92	0,0 000 6	0,0 001 3	0,0 052	0,0 004 1	0,0 000 1	0,0 002 1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,4 6	0,9 6	0,6 3	0,3 3	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	0,1 1	0,2 4	0,0 75	0,1 3	
19	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 24	0,0 2	0,0 4	0,0 35	0,0 04	0,0 04	0,0 044	0,0 041	0,0 24	0,0 1	0,0 034	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	0,9 2	0,3 8	0,3 3	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
20	0,7 5	-	-	-	0,2 2	-	-	-	0,0 04	-	-	-	0,0 13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
21	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,0 2	0,0 29	0,0 21	0,0 04	0,0 097	0,0 1	0,0 05	0,0 13	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	1,0 5	0,2 7	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
22	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,0 33	0,0 35	0,0 21	0,0 04	0,0 085	0,0 04	0,0 066	0,0 19	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	0,2 6	0,2 6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
23	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,1 9	0,0 34	0,0 24	0,0 04	0,0 051	0,0 04	0,0 04	0,0 11	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	0,2 6	0,3 5	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
24	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 25	0,0 67	0,0 27	0,0 21	0,0 04	0,0 051	0,0 04	0,0 04	0,0 12	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	0,2 6	0,7 2	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
25	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,0 2	0,0 28	0,0 21	0,0 04	0,0 11	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	1,2 9	0,8 5	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
26	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,0 88	0,0 4	0,0 21	0,0 04	0,0 04	0,0 12	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 12	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	0,3 3	0,7 5	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
27	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,1 1	0,0 33	0,0 21	0,0 04	0,0 054	0,0 04	0,0 04	0,0 11	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	0,2 7	1,0 6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
28	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 4	0,1 8	0,0 37	0,0 21	0,0 183	0,0 076	0,0 07	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	1,0 5	0,4 4	0,4	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
29	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,0 25	0,0 27	0,0 21	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	0,4	0,2 6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
30	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,0 69	0,0 29	0,0 21	0,0 043	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 14	0,0 1	0,0 28	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 7	0,3 4	0,6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
31	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 38	0,0 5	0,0 38	0,0 22	0,0 04	0,0 064	0,0 058	0,0 13	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 6	0,9 6	0,3 3	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
32	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 23	0,0 54	0,0 35	0,0 21	0,0 049	0,0 04	0,0 076	0,0 04	0,0 28	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 7	2,0 7	0,2 7	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
33	2,7 4	2,4	-	-	0,0 2	0,1 7	-	-	0,0 046	0,0 045	-	-	0,0 1	0,0 1			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3 8	0,2 6	-	-	0,5	0,0 005	-	-	-	-	-	-	-
34	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,1 1	0,0 75	0,0 33	0,0 041	0,0 04	0,0 18	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8 1	0,2 6	0,2 6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
35	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,2 1	0,0 25	0,0 21	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5 9	0,2 6	0,4 5	0,3	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
36	0,7 5	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,0 69	0,0 3	0,0 21	0,0 055	0,0 04	0,0 044	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2 4	0,2 6	0,3 8	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
37	1,5 8	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,2	0,0 47	0,0 38	0,0 078	0,0 04	0,0 065	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2 1	0,2 6	0,2 6	0,4 1	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
38	1,7 7	2,4	2,4	2,4	0,0 2	0,0 2	0,0 27	0,0 21	0,0 055	0,0 04	0,0 04	0,0 04	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7 3	1,0 1	0,2 6	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	
39	1,7 2	2,5 2	2,4	2,4	0,0 2	0,3 1	0,0 42	0,0 21	0,0 051	0,0 107	0,0 076	0,0 064	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2 4	0,2 6	1,1 2	0,2 6	0,5	0,0 005	0,0 005	0,0 005	-	-	-	-	