



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И  
БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**Федеральное бюджетное учреждение науки**

**Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья**

**(ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»)**

191036, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 4, тел/факс: +7 (812) 717-96-60; +7 (812) 717-97-54

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор ФБУН «СЗНЦ гигиены и  
общественного здоровья», д.м.н.

*Р.В. Бузинов* Р.В. Бузинов

«05» МАЯ 2023 года

УДК 614.78

**ОТЧЕТ**

**О РЕЗУЛЬТАТАХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

«Оценка риска для здоровья населения от употребления питьевой воды  
централизованной системой питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения  
г. Ладушкин Калининградской области»  
(договор №СЭ-НИР-011 от 09.03.2023)

Санкт-Петербург

2023

**Список исполнителей:**

Научный руководитель:

Руководитель отдела анализа рисков  
здоровью населения



Г.Б. Ермин

Исполнители:

И.о. заведующего отделением гигиены  
питьевого водоснабжения



Д.С. Исаев

Старший научный сотрудник отдела  
анализа рисков здоровью населения



С.Н. Носков

Старший научный сотрудник отдела  
анализа рисков здоровью населения



И.О. Мясников

## Реферат

Отчет 39 с., 9 табл.

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, КАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК, НЕКАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК, ПИТЬЕВОЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.

Объект исследования: качество питьевой воды подаваемой централизованной системой питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения в г. Ладушкин Калининградской области.

Предмет исследования: протоколы результатов лабораторных исследований питьевой воды из водозаборных скважин, водонасосной станции, схема водоснабжения г. Ладушкин, программа производственного контроля качества питьевой воды системы централизованного водоснабжения МО «Ладушкинский городской округ» Калининградской области, план мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствии с установленными требованиями (гигиеническими нормативами) государственного предприятия Калининградской области «Водоканал» в МО «Ладушкинский городской округ» на 2023-2029 гг.

Цель: оценка риска для здоровья населения от употребления питьевой воды, подаваемой населению г. Ладушкин Калининградской области централизованной системой питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения с целью обоснования отсутствия угрозы здоровью населения в период действия временных отступлений от гигиенических нормативов качества питьевой воды для данной централизованной системы водоснабжения по показателям: «железо общее», «марганец», «мутность (по каолину)», «цветность».

Результат: Проведенное исследование с позиции приемлемого риска для здоровья населения г. Ладушкин Калининградской области позволяет сделать следующий вывод: значение показателей качества питьевой воды, для которых обосновываются временные отступления: «железо общее» – 2 мг/дм<sup>3</sup>, «марганец» – 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, «мутность (по каолину)» – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, «цветность» – 30 градусов не создает угрозы здоровью населения на период реализации Плана мероприятий по

приведению качества питьевой воды в соответствие с гигиеническими нормативами.

Методы: гигиеническая оценка результатов исследования качества питьевой воды; оценка риска для здоровья населения выполненная согласно Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Содержание	
Термины и определения.....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	9
Введение.....	10
Основная часть отчета.....	14
1. Гигиеническая оценка.....	14
2. Идентификация опасности.....	19
3. Оценка зависимости «доза – ответ».....	21
4. Оценка экспозиции.....	25
5. Характеристика риска для здоровья населения.....	28
6. Оценка риска рефлекторных реакций.....	35
Заключение.....	36
Список использованных нормативных документов:.....	37

## **Термины и определения**

**Анализ риска** – процесс получения информации, необходимой для предупреждения негативных последствий для здоровья населения, состоящий из трех компонентов: оценка риска, управление риском, информирование о риске

**Безопасность** – высокая вероятность отсутствия вредного эффекта при определенном режиме и условиях воздействия анализируемого химического вещества. На практике соответствует либо отсутствию риска, либо его приемлемым значением

**Жесткость воды** - свойство воды, обусловленное присутствием в ней ионов кальция и магния

**Здоровье** – динамический процесс, в большой степени, зависящий от индивидуальной способности адаптироваться к среде; быть здоровым означает сохранять интеллектуальную и социальную активность, несмотря на нарушения или недостатки (ЕРБ ВОЗ, 1978)

**Здоровье** – состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических дефектов (Преамбула Устава ВОЗ, 1967)

**Канцерогенный риск** – вероятность развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни человека, обусловленная воздействием потенциального канцерогена. Канцерогенный риск представляет собой верхнюю доверительную границу дополнительного пожизненного риска

**Коэффициент опасности** - отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия.

**Нарушение здоровья** – физическое, душевное или социальное неблагополучие, связанное с потерей, аномалией, расстройством психологической, физиологической, анатомической структуры и (или) функции организма человека (Приказ №93 Минздрав России и Минтруда России, 1997)

**Неблагоприятный (вредный) эффект** - изменения в морфологии, физиологии, росте, развитии или продолжительности жизни организма, популяции или экологической системы, проявляющиеся в ухудшении функциональной

способности или способности компенсировать дополнительный стресс, или в увеличении чувствительности к другим воздействиям факторов окружающей среды

**Оценка риска для здоровья** – процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека, обусловленных воздействием факторов среды обитания населения состоящий из 4 основных этапов: идентификация опасности, оценка зависимости «доза-ответ», оценка экспозиции, характеристика риска.

**ПДК** – предельно-допустимая концентрация загрязнений химических и биологических веществ в объектах внешней среды, соблюдение которых обеспечивает отсутствие прямого или косвенного влияния на здоровье населения и условия его проживания

**Популяционный риск** - агрегированная мера ожидаемой частоты вредных эффектов среди всех подвергшихся воздействию людей (например, четыре случая заболевания раком в год в экспонируемой популяции)

**Приемлемый риск** - уровень риска развития неблагоприятного эффекта, который не требует принятия дополнительных мер по его снижению, и оцениваемый как независимый, незначительный по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности и жизни населения

**Референтная доза/концентрация** - суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения

**Риск для здоровья** – вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания

**Санитарно-эпидемиологическое благополучие** – состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности

**Среднесуточная пожизненная доза/концентрация** - потенциальная суточная доза/концентрация, усредненная за весь период жизни человека. Период усреднения экспозиции для канцерогенов обычно принимается равным 70 годам

**Факторы риска** - факторы, провоцирующие или увеличивающие риск развития определенных заболеваний; некоторые факторы могут являться наследственными или приобретенными, но в любом случае их влияние проявляется при определенном воздействии

**Экспозиция** – количественная характеристика интенсивности и продолжительности действия вредного фактора

**Эффект суммации** – изменение вредного действия двух или более загрязняющих веществ, при их совместном поступлении в организм по сравнению с индивидуальным воздействием каждого вещества отдельно



## **Перечень сокращений и обозначений**

**РФ** – Российская федерация

**RfD** – референтная доза

**SFo** – фактор канцерогенного потенциала (пероральный)

**HQ** – коэффициент опасности

**PCR** – популяционный канцерогенный риск

**LADD** - среднесуточная пожизненная доза/концентрация

**CR** – канцерогенный риск

**МАИР** - Международное агентство по изучению рака (Лион, Франция), специализированное учреждение Всемирной организации здравоохранения

**ЦНС** - центральная нервная система

**ПНС** – периферическая нервная система

**ПК** – производственный контроль

**ССС** – сердечно-сосудистая система

**СГМ** – социально-гигиенический мониторинг

**ЖКТ** - желудочно-кишечный тракт

**CAS** – Chemical Abstracts Service – Служба сбора и регистрации основной (базовой) информации о химических соединениях с присвоением им индивидуальных номеров

**US EPA** – Environmental Protection Agency - Агентство защиты окружающей среды, США

## **Введение**

Настоящая работа по оценке риска для здоровья населения от употребления питьевой воды, подаваемой населению из централизованной системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения г. Ладушкин Калининградской области, обслуживаемой государственным предприятием Калининградской области (ГПКО) «Водоканал». Оценка риска выполнена с целью определения угрозы здоровью населения в период действия временных отступлений и обоснования временных отступлений от гигиенических нормативов качества питьевой воды по показателям: «железо общее», «марганец», «мутность (по каолину)», «цветность».

Согласно статье 23 Федерального закона № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении», питьевая вода, подаваемая населению с использованием централизованной системы холодного водоснабжения, считается соответствующей установленным требованиям в случае, если уровни показателей качества воды не превышают гигиенических нормативов.

Если в течение календарного года средние значения результатов лабораторных исследований качества питьевой воды, прошедшей водоподготовку, в ходе проведения санитарно-эпидемиологического надзора или производственного контроля, не соответствуют нормативам качества питьевой воды, территориальный орган федерального органа исполнительной власти, осуществляющий федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор (Управление Роспотребнадзора по субъекту РФ), обязан в установленном порядке направить уведомление об этом в орган местного самоуправления и в организацию, осуществляющую водоснабжение.

Организации, осуществляющие водоснабжение, обязаны внести изменения в техническое задание на разработку или корректировку инвестиционной программы в части учета мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями. Реализация указанных мероприятий должна обеспечивать приведение качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями в течение не более семи лет с начала их реализации.

Организация, осуществляющая водоснабжение, обязана разработать план мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями и согласовать его с Управлением Роспотребнадзора по субъекту РФ. Согласованный план мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями включается в состав инвестиционной программы.

На срок реализации плана мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями допускается несоответствие качества подаваемой питьевой воды установленным требованиям в пределах, определенных таким планом мероприятий, за исключением показателей качества питьевой воды, характеризующих ее безопасность.

В течение срока реализации плана мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями не допускается снижение качества питьевой воды относительно требований определенных таким планом мероприятий.

Согласно требованиям п. 76 СанПиН 2.1.3684 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий», необходимо выполнить оценку риска здоровью населения с целью обоснования отсутствия угрозы здоровью населения при употреблении питьевой воды из централизованной системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения в период действия временных отступлений от гигиенических нормативов.

Объект исследования: качество питьевой воды подаваемой централизованной системой питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения г. Ладушкин Калининградской области.

Предмет исследования: протоколы результатов лабораторных исследований питьевой воды из водозаборных скважин, водонасосной станции, схема

водоснабжения г. Ладушкин, программа производственного контроля качества питьевой воды системы централизованного водоснабжения МО «Ладушкинский городской округ» Калининградской области, план мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствии с установленными требованиями (гигиеническими нормативами) государственного предприятия Калининградской области «Водоканал» в МО «Ладушкинский городской округ» на 2023-2029 гг.

Цель: оценка риска для здоровья населения от употребления питьевой воды, подаваемой населению г. Ладушкин Калининградской области централизованной системой питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения с целью обоснования отсутствия угрозы здоровью населения в период действия временных отступлений от гигиенических нормативов качества питьевой воды по показателям: «железо общее» – 2 мг/дм<sup>3</sup>, «марганец» – 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, «мутность (по каолину)» – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, «цветность» – 30 градусов.

Методы: гигиеническая оценка результатов исследования качества питьевой воды; оценка риска для здоровья населения выполнена согласно Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Для реализации поставленной цели выполнены следующие задачи:

1. Выполнена гигиеническая оценка качества питьевой воды, подаваемой населению г. Ладушкин Калининградской области на основе данных, предоставленных организацией, осуществляющей водоснабжение.

2. Проанализированы и обобщены данные о потенциальном влиянии на организм человека химического состава употребляемой населением воды.

3. Проведена оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, при их пероральном поступлении с питьевой водой.

4. Обоснована возможность согласования временных отступлений от гигиенических нормативов качества питьевой воды по показателям: «железо общее» – 2 мг/дм<sup>3</sup>, «марганец» – 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, «мутность (по каолину)» – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, «цветность» – 30 градусов.

Работа по оценке риска проводилась по четырем основным этапам,

регламентированным действующим Руководством:

- идентификация опасности, включающая в себя анализ проведенных исследований химического состава воды с определением списка исследуемых веществ;

- оценка зависимости «доза-ответ» на основе анализа данных о нормативных гигиенических критериях, источников, содержащих информацию о влиянии химических веществ на организм человека, эффектах на здоровье;

- оценка экспозиции, т.е. оценка ожидаемых экспозиционных нагрузок;

- характеристика риска, включающая оценку ожидаемых неблагоприятных эффектов для здоровья населения как ответ на экспозиционные нагрузки и анализом неопределенностей полученных оценок;

Для обоснования возможности согласования временных отступлений оценка риска проводилась:

- с учетом воздействия максимальных концентраций химических веществ в течение 7 лет – максимального времени реализации плана мероприятий;

- с учетом воздействия средних концентраций – на период жизни, не менее 70 лет.

Расчеты на период действия плана мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с гигиеническими нормативами выполняются на максимальный возможный срок действия этого плана – не более 7 лет, при этом план мероприятий и соответственно временные отступления могут согласовываться и на меньший период. При расчете на 7 лет будет учтена максимальная возможная экспозиция химического вещества, со снижением срока выполнения мероприятий, экспозиция будет меньше.

В качестве исходных данных были использованы:

1. Протоколы результатов лабораторных исследований питьевой воды из водозаборных скважинах и на водонасосной станции, эксплуатируемых для водоснабжения г. Ладушкин, проведенные ежеквартально центральной

лабораторией управления ГП КО «Водоканал» (уникальный номер записи об аккредитации № РООС RU.0001.515804) в течение 2021-2023 гг.;

2. Схема водоснабжения г. Ладушкин с описанием технологии водоподготовки;

3. Программа производственного контроля качества питьевой воды системы централизованного водоснабжения МО «Ладушкинский городской округ»;

4. План мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствии с установленными требованиями (гигиеническими нормативами) государственного предприятия Калининградской области «Водоканал» в МО «Ладушкинский городской округ» на 2023-2029 гг.

## **Основная часть отчета**

### **1. Гигиеническая оценка**

Источником централизованной системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения в г. Ладушкин Калининградской области являются подземные воды. По данным водоснабжающей организации численность населения г. Ладушкин – 3666 человек.

Система водоснабжения представлена 2 участками:

Участок 1. Участок представлен 3 скважинами (№ 22943/1, № 4747, № 27031). Вода из скважин: подается в смесительную колонну, где происходит ее взаимодействие с воздухом. Далее перед фильтрами в очищаемую воду в качестве окислителя подают гипохлорит натрия. Очищенная вода после фильтров поступает в накопительные емкости (РЧВ), откуда насосами повышенного давления подается в распределительную сеть. В таблице 1 представлены показатели качества питьевой воды перед поступлением в распределительную сеть на основании протокола результаты лабораторных исследований №774П/23 от 19.03.2023.

Таблица 1 - Результаты исследований воды перед поступлением в распределительную сеть по Участку 1

Показатель	Единицы измерения	ПДК	Значение
------------	-------------------	-----	----------

Запах 20	Баллы	2	1
Запах 60	Баллы	2	2
Цветность	Градусы	20	10
Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	1,5	0,58
Железо	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,19
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,03
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	350	12,5
Жесткость	мг-экв./дм <sup>3</sup>	7	4,8
рН	Единицы рН	6-9	8,26
Окисляемость перманганатная	мг/дм <sup>3</sup>	5	1,9
Ионы аммония	мг/дм <sup>3</sup>	2	0,1
Фториды	мг/дм <sup>3</sup>	1,5	0,23
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,012
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	1000	140
Кадмий	мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,0003
Свинец	мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,0003
Медь	мг/дм <sup>3</sup>	1	0,001
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	5	0,01
ПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,057
Цианиды	мг/дм <sup>3</sup>	0,07	0,01

Показатели качества воды не превышают гигиенические нормативы, установленные СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Так как рассматриваемый участок водоснабжения не связан с другим, превышение нормативов отсутствовало, в настоящей работе он не рассматривается.

Участок 2 - представлен следующими скважинами:

1. Скважина №18065, расположена по адресу: г. Ладушкин, ул. Школьная, глубина скважины 45 м, дебит 9 м<sup>3</sup>/сут;
2. Скважина №3047, расположена по адресу: г. Ладушкин, ул. Юбилейная, глубина 40 м, дебит 4,7 м<sup>3</sup>/сут;
3. Скважина №631, расположена по адресу: г. Ладушкин, ул. Школьная, д.6Б, глубина 172 м, дебит 10,3 м<sup>3</sup>/сут;
4. Скважина №446Д, расположена по адресу: г. Ладушкин, ул. Балтийская, д.22Б, глубина 60 м, дебит 18 м<sup>3</sup>/сут;

5. Скважина №327 Бис, расположена по адресу: г. Ладушкин, ул. Балтийская, д.20Б, глубина 90 м, дебит 18 м<sup>3</sup>/сут;

6. Скважина №989Д, расположена по адресу: г. Ладушкин, ул. Балтийская, д.20А, глубина 102,5 м, дебит не указан.

Резервуар для накопления отсутствует. Вода из скважин напрямую поступает в единую закольцованную распределительную сеть. Водоподготовка на участке не осуществляется. Результаты лабораторных исследований качества питьевой воды из скважин при анализе объединены, так как они поступают в одну распределительную сеть.

В таблице 2 указаны результаты статистической обработки результатов лабораторных исследований в программе BlueSkye Statistics, версии 10.2. Значения показателей не обладают нормальным распределением, выбрано максимальное значение показателя, также указан подходящий показатель центральной тенденции – медиана с указанием квартилей.

Таблица 2 - Результаты исследований воды из водозаборных скважин Участка 2

Показатель	ПДК	Число наблюдений	Единицы измерения	Медиана	Максимум	Нижний квартиль (0,25)	Верхний квартиль (0,75)
Запах 20	2	10	Баллы	1,5	3	1	2
Запах 60	2	10	Баллы	1,5	3	1	2
Цветность	20	10	Градусы	19	26	16,25	22,6
Мутность	1,5	10	мг/дм <sup>3</sup>	2,225	18,91	0,9025	2,785
Железо	0,3	10	мг/дм <sup>3</sup>	0,92	3,84	0,855	1,39
Марганец	0,1	10	мг/дм <sup>3</sup>	0,09	0,15	0,05	0,1175
Хлориды	350	10	мг/дм <sup>3</sup>	8,2	31	6,6	14,25
Жесткость	7	10	мг-экв./дм <sup>3</sup>	4,9	5,8	4,65	5,275
рН	6-9	10	Единицы рН	7,645	8,09	7,515	7,73
Окисляемость перманганатная	5	10	мг/дм <sup>3</sup>	1,6	2,1	1,6	1,775
Ионы аммония	2	10	мг/дм <sup>3</sup>	0,515	0,89	0,4	0,63
Нитраты	45	5	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,5	0,2	0,2
Нитриты	3	9	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,008	0,2
Сульфаты	500	5	мг/дм <sup>3</sup>	14,4	19,6	1,9	18,2
Фториды	1,5	6	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,24	0,2	0,2
Нефтепродукты	0,1	10	мг/дм <sup>3</sup>	0,0115	0,024	0,00575	0,01475
Сухой остаток	1000	5	мг/дм <sup>3</sup>	364	404	272	402
Кадмий*	0,001	1	мг/дм <sup>3</sup>	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Свинец*	0,01	1	мг/дм <sup>3</sup>	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Медь*	1	1	мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001



Показатель	ПДК	Число наблюдений	Единицы измерения	Медиа на	Максимум	Нижний квартиль (0,25)	Верхний квартиль (0,75)
Хром общий*	0,05	5	мг/дм <sup>3</sup>	0,025	0,025	0,025	0,025
Цинк*	5	1	мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01
ПАВ*	0,5	5	мг/дм <sup>3</sup>	0,025	0,025	0,025	0,025
Алюминий*	0,2	5	мг/дм <sup>3</sup>	0,04	0,04	0,04	0,04
Бор	0,5	1	мг/дм <sup>3</sup>	0,077	0,077	0,077	0,077
Цианиды*	0,07	1	мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01
Фенол	0,1	5	мг/дм <sup>3</sup>	0,0009	0,001	0,0008	0,0009

\*Значения не превышали нижнего предела обнаружения методики

По результатам лабораторных исследований установлено, что качество питьевой воды не соответствовало требованиям гигиенических нормативов по показателям: запах при 20 градусов – 3 балла (норматив – 2 балла), цветность – 26 градусов (норматив – 20 градусов), мутность (по каолину) – 18,91 мг/дм<sup>3</sup> (норматив – 1,5 мг/дм<sup>3</sup>), железо общее – 3,84 мг/дм<sup>3</sup> (норматив – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>), марганец – 0,15 мг/дм<sup>3</sup> (норматив – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>). Остальные показатели качества воды не превышали гигиенические нормативы, установленные СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Согласно плану мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствии с установленными требованиями (гигиеническими нормативами) государственного предприятия Калининградской области «Водоканал» в МО «Ладушкинский городской округ» на 2023-2029 гг. запланированы следующие технологические решения:

1. Установка модульной станции водоподготовки на ул. Юбилейная производительностью 156 м<sup>3</sup>/сут;
2. Установка модульной станции водоподготовки на ул. Победы производительностью 156 м<sup>3</sup>/сут;
3. Установка модульной станции водоподготовки пос. ул. Балтийская производительностью 156 м<sup>3</sup>/сут;
4. Промывка водопроводных сетей в г. Ладушкин;
5. Замена участков водопроводной сети (6000 м);

6. Проведение пуско-наладочных работ на модульной станции по ул. Красноармейская.

Согласно ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 N 416-ФЗ план мероприятий разрабатывается и согласовывается, только если средние значения показателей качества питьевой воды, за календарный год, превышают гигиенические нормативы, следовательно, и временные отступления обосновываются только для таких показателей, а именно для «железо общее», и «мутность (по каолину)», а также для «марганец» и «цветность», средние значения которые находились на рубеже гигиенических нормативов. Средние значения «запах при 20 градусах» и «запах при 60 градусах» не превышают гигиенический норматив.

Показатель мутности отражает органолептические свойства воды, не свидетельствует о возможном токсическом воздействии и не может быть оценен с точки зрения угрозы здоровью населения.

Цветность питьевой воды обусловлена присутствием органических гуминовых веществ и неорганических веществ, влияющих на окраску, таких как соединения железа и марганца. Цветность со стороны риска здоровья оценить невозможно, однако соединения железа и марганца, вероятно обуславливающие превышения этого показателя учтены при оценке риска для здоровья населения.

В соответствии с приказом Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 28.12.2012 № 1204 «Об утверждении критериев существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды, показателей качества питьевой воды, характеризующих ее безопасность, по которым осуществляется производственный контроль качества питьевой воды, холодной воды и требований к частоте отбора проб воды» существенным ухудшением качества питьевой воды, является изменение качества воды, следствием которого являются: нарушения органолептических свойств воды; появление угрозы распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний, а также вызванные этими причинами массовые жалобы населения на территории водопользования.

Согласно приказу, критерием существенного ухудшения качества питьевой воды является по показателям: «железо общее» – 3 мг/дм<sup>3</sup>, «марганец» – 1 мг/дм<sup>3</sup>, «мутность (по каолину)» – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, «цветность» – 40 градусов.

В настоящей работе определяется величина угрозы здоровью населения в период действия предлагаемых временных отступлений, от гигиенических нормативов по следующим показателям: «железо общее» – 2 мг/дм<sup>3</sup>, «марганец» – 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, «мутность (по каолину)» – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, «цветность» – 30 градусов.

## **2. Идентификация опасности**

Идентификация опасности — это сложный и многосторонний процесс, требующий анализа разнородной информации. Целью выполнения этого этапа является выявление факторов химической природы представляющих наибольшую угрозу для здоровья человека.

Выполнение идентификации опасности в рамках данной работы включало следующие этапы:

- сбор данных о химических веществах, содержащихся в питьевой воде, способных воздействовать на здоровье населения;
- выбор загрязняющих веществ, наиболее значимых с точки зрения негативного влияния на здоровье населения для последующей оценки экспозиции, зависимости «доза-эффект», расчета и характеристики рисков.

Для последующей оценки риска выбраны данные о концентрациях химических веществ в питьевой воде источнике водоснабжения, исходя из того, что в дальнейшем вода не проходит водоподготовку, химический состав воды у потребителя практически не отличается.

В оценку включены показатели, которые можно оценить с точки зрения оценки риска здоровью. Не включены органолептические и обобщенные показатели, так как действующее руководство по оценке риска не позволяет провести их в оценку, однако, оценка полного химического состава воды позволит сделать вывод о наличии допустимого или недопустимого риска здоровью.

Если значение показателя за весь исследуемый период не превышало нижний предел обнаружения методики определения, то в расчет была выбрана половина от этого значения.

Согласно классификации МАИР среди исследованных веществ присутствуют 4 компонента, обладающих канцерогенным эффектом, фактор канцерогенного потенциала разработан только для 3 веществ.

В таблице 3 представлен перечень химических веществ, выбранных для дальнейшей оценки, средние и максимальные концентрации за исследуемый период, номер CAS, референтные концентрации, факторы канцерогенного потенциала, класс канцерогенности согласно МАИР и ЕРА.

Таблица 3 - Перечень химических веществ, выбранных для дальнейшей оценки

Показатель	Ср.	Смакс.	RFC	SFI	МАИР	ЕРА
Алюминий	0,02	0,02	1			
Аммиак и ионы аммония суммарно	0,515	0,89	0,98			
Бор	0,077	0,077	0,2			
Железо общее	0,92	3,84	0,3			
Марганец	0,09	0,15	0,14			
Медь	0,0005	0,0005	0,019			
Нефтепродукты	0,0115	0,024	0,03			
Нитраты	0,2	0,5	1,6			
Нитриты	0,1	0,1	0,1			
Свинец	0,00015	0,00015	0,0035	0,047	2В	В2
Фенол	0,0009	0,001	0,3			
Фториды	0,2	0,24	0,06		3	
Хром общий	0,0125	0,0125	0,003	0,42	1	А
Цинк	0,005	0,005	0,3			
Кадмий	0,00015	0,00015	0,0005	0,38	1	В1
Цианиды	0,005	0,005	0,02			
Алюминий	0,02	0,02	1			
Аммиак и ионы аммония суммарно	0,515	0,89	0,98			
Бор	0,077	0,077	0,2			

### Анализ неопределенностей

Оценивая допущенные неопределенности на этапе идентификации опасности, следует выделить основные их источники: отсутствие возможности оценки обобщенных показателей; для ряда веществ отсутствует референтная концентрация и фактор канцерогенного потенциала; для многих химических ингредиентов отсутствуют полные сведения о их негативном влиянии в связи с продолжающимся изучением токсических эффектов на животных. Поскольку

отсутствует возможность их исключения, указанные неопределенности можно считать наименьшими из достижимых.

### **3. Оценка зависимости «доза – ответ»**

Оценка зависимости доза-ответ – это процесс количественной характеристики токсикологической информации и установления связи между воздействующей дозой (концентрацией) загрязняющего вещества и случаями вредных эффектов в экспонируемой популяции.

Важнейшим параметром, отражающим воздействие химического вещества на организм, является доза, поскольку она непосредственно указывает на количество загрязнителя, обладающего потенциальным эффектом в отношении органа-мишени. Доза - это количество загрязнителя, полученное организмом с увеличением времени воздействия с учетом массы тела.

При оценке соотношения между дозой и реакцией организма считается, что:

- уровень реакции зависит от дозы химического вещества;
- чем выше доза, тем больше процент населения, реагирующего на химическое воздействие;
- чем выше доза, тем тяжелее реакция, возникающая у человека;
- неканцерогенный эффект проявляется только после достижения предельных (пороговых) доз;
- для канцерогенных эффектов пороговые дозы теоретически установлены быть не могут.

Международная методология оценки риска предполагает, что:

- канцерогенные эффекты при воздействии химических канцерогенов, обладающих генотоксическим действием, могут возникать при любой дозе, вызывающей инициирование повреждений генетического материала;
- для неканцерогенных веществ и канцерогенов с негенотоксическим механизмом действия предполагается существование пороговых уровней, ниже которых вредные эффекты не возникают.

В таблице 4 представлена информация о гигиенических критериях, анализируемых в данном исследовании химических веществ, сведения о критических органах и системах, поражаемых данными веществами.

Информация о критических органах и системах выбиралась из руководства по оценке риска и Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ.

Таблица 4 - Характеристика веществ, выбранных для оценки риска

CAS	Показатель	RFC	SFI	МАИ Р	ЕРА	ПДК	Класс опаснос ти	Лимитирующ ий показатель вредности	Органы
7429-90-5	Алюминий	1				0,2	3	Органолепти ческий	ЦНС
7664-41-7	Аммиак и ионы аммония суммарно	0,98				0,2	4	Органолепти ческий	ЦНС, ПНС, дыхательная система (ОД), печень, почки, селезенка, ЖКТ, углеводный обмен, кровь, кожа, глаза; биохимия крови
7440-42-8	Бор	0,2				0,5	2	Санитарно- токсикологич еский	репродуктивная система, ЖКТ, развитие
7439-89-6	Железо общее	0,3				0,3	3	Органолепти ческий	слизистые, кожа, кровь, иммунная система
7439-96-5	Марганец	0,14				0,1	3	Органолепти ческий	ЦНС, кровь
7440-50-8	Медь	0,019				1	3	Санитарно- токсикологич еский	ЖКТ, печень
	Нефтепродук ты	0,03				0,1			почки
14797-55-8	Нитраты	1,6				45	3	Санитарно- токсикологич еский	кровь (MetHb), ССС
14797-65-0	Нитриты	0,1				3	2	Санитарно- токсикологич еский	кровь (MetHb)
7439-92-1	Свинец	0,003 5	0,047	2В	В2	0,01	2	Санитарно- токсикологич еский	ЦНС, ПНС, кровь, биохимия крови, развитие, репродуктивная система, гормональная система
108-95-2	Фенол	0,3				0,001	4	Органолепти ческий	развитие, почки, ЦНС, ЖКТ
16984-48-8	Фториды	0,06		3		1,5	2	Санитарно- токсикологич еский	зубы, костная система
7440-47-3	Хром общий	0,003	0,42	1	А	0,05	2	Санитарно- токсикологич еский	печень, почки, ЖКТ, слизистые
7440-	Цинк	0,3				5	3	Санитарно-	кровь, биохимия

CAS	Показатель	RFC	SFI	МАИ Р	ЕРА	ПДК	Класс опаснос ти	Лимитирующ ий показатель вредности	Органы
66-6								токсикологический	крови
7440-43-9	Кадмий	0,0005	0,38	1	В1	0,001	2	Санитарно-технический	почки, гормональная система
57-12-5	Цианиды	0,02				0,7	2	Санитарно-токсикологический	ЦНС., гормональная система

### **Оценка развития канцерогенного действия**

Механизм канцерогенного действия может быть связан как с прямым повреждением генома (генотоксические канцерогены), так и опосредованным повреждением (эпигенетические канцерогены). Предполагается, что действие генотоксических канцерогенов не имеет порога канцерогенного действия. Негенотоксические канцерогены могут обладать порогом вредного действия, ниже которого канцерогенного риска не возникает.

Оценка зависимости «доза – ответ» у канцерогенов с беспороговым механизмом действия осуществляется путем линейной экстраполяции реально наблюдаемых в эксперименте или в эпидемиологических исследованиях зависимостей в области малых доз и нулевого канцерогенного риска.

Основной параметр для оценки канцерогенного риска здоровью населения от воздействия канцерогенного агента с беспороговым механизмом действия - фактор канцерогенного потенциала, характеризующий степень нарастания канцерогенного риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу. Фактор наклона имеет размерность (мг/кг\*день). Этот показатель отражает верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска за ожидаемую продолжительность жизни человека (70 лет). Потенциалы канцерогенного риска служат для оценки и регламентирования содержания в окружающей среде веществ, обладающих канцерогенными эффектами.

По классификации МАИР, 2 вещества являются безусловно доказанными канцерогенами для человека (группа 1) (хром, кадмий), 1 вещество (свинец) – к возможным канцерогенам (группа 2В), 1 вещество (фториды) - к неканцерогенным для человека (группа 3).

### **Оценка развития неканцерогенных эффектов для хронического**

## **воздействия**

В методологии оценки риска здоровью населения в качестве параметров для оценки неканцерогенного риска используются референтные уровни воздействия (референтные дозы и концентрации), а также параметры зависимости "концентрация - ответ", полученные в эпидемиологических исследованиях. При оценке риска развития неканцерогенных эффектов, как правило, исходят из предположения о наличии порога вредного действия, ниже которого вредные эффекты не развиваются.

При отсутствии референтной концентрации в качестве ее эквивалента возможно применение предельно допустимых концентраций (ПДК) или максимальных недействующих доз (МНД) и концентраций (МНК), установленных по прямым эффектам на здоровье: в воде водоемов - по санитарно-токсикологическому признаку вредности.

Для оценки неканцерогенного риска для здоровья в соответствии с неканцерогенным индексом применяется пороговая модель, использующая величины референтных (безопасных) доз или концентраций, которые являются индивидуальной характеристикой каждого вещества.

### **Анализ неопределенностей**

Основными источниками неопределенностей на этапе оценки зависимости «доза-ответ» являются неопределенности, связанные с установлением референтных уровней воздействия, степенью доказанности канцерогенного эффекта у человека, установлением фактора канцерогенного потенциала, в определении критических органов/ систем и вредных эффектов, невозможностью оценки всех механизмов взаимодействия компонентов смесей химических веществ. В связи с тем, что в данном гигиеническом исследовании были использованы официальные перечни гигиенических критериев, ожидаемые неопределенности можно считать наименьшими из реально возможных.

При проведении исследований не учитывается возможность трансформации веществ, которая способна привести к изменению количества и концентрации веществ, а также образованию новых веществ. Выявленные неопределенности



могут привести как недооценке, так и переоценке риска, но, поскольку отсутствует возможность их исключения, исследование проводится с данными допущениями.

#### **4. Оценка экспозиции**

При проведении оценки экспозиции основной задачей является получение информации о том, с какими реальными дозовыми нагрузками сталкиваются те или иные группы населения, т.е. оценка ожидаемых максимальных и осредненных экспозиционных нагрузок.

Под оценкой экспозиции, как правило, понимают процесс измерения количества агента в конкретном объекте среды обитания, находящегося в соприкосновении с так называемыми пограничными органами человека (легкие, желудочно-кишечный тракт, кожа) в течение какого-либо точно установленного времени, сопровождающийся оценкой частоты, продолжительности и путей воздействия. Экспозиция химической природы может быть выражена как общее количество вещества в окружающей среде (в единицах массы, например, мг) или как величина воздействия (масса вещества, отнесенная к единице времени – например, мг/сут), или как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела (например, мг/кг\*день).

Наиболее важными шагами при оценке экспозиции являются:

- оценка маршрутов воздействия с учетом качественных и количественных изменений при переносах вещества;
- оценка вероятных путей контакта поступления веществ в организм человека;
- анализ частоты и продолжительности воздействия;
- идентификация групп населения, подвергающегося воздействию, с учетом возраста, пола, образа жизни, профессионального, социального статуса и пр.;
- определение количественных характеристик экспозиции (оценка воздействующей концентрации и расчета поступления (дозы)).

#### **Характеристика сценария воздействия**

Сценарий воздействия включает в себя маршрут воздействия и путь химического вещества, определяющие механизм, посредством которого

индивидуум или популяция подвергается воздействию загрязнителя, а также точку воздействия (место встречи с загрязнителем) и путь поступления.

Сценарий воздействия химических веществ – прямой – встреча изучаемого населения с химическими агентами происходит при непосредственном контакте человека с питьевой водой. Путь поступления загрязняющих веществ – пероральный, при употреблении питьевой воды. В настоящей работе проанализирован неполный маршрут воздействия, предусматривающий оценку риска от поступления химических веществ из одной среды (вода) и одним (пероральным) путем.

### **Характеристика популяции**

Сведения о численности экспонируемого населения приняты по данным водоснабжающей организации, численность населения г. Ладушкин – 3666 человек.

### **Расчет среднесуточных доз воздействия химических веществ**

На основании средних и максимальных значений концентраций был произведен расчет суточных доз, усредненных доз, с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека для последующей оценки рисков.

Расчет среднесуточной дозы осуществлялся в соответствии со стандартной формулой, имеющей следующий вид:

$$LADD (I) = (C \times CR \times ED \times EF) / (BW \times AT \times 365), \text{ где:}$$

LADD – среднесуточная доза (I – среднесуточное поступление), мг/(кгх день);

C – концентрация вещества в среде обитания;

CR – скорость поступления (объем потребляемой водопроводной воды);

ED – продолжительность воздействия, лет;

EF – частота воздействия, дней/год;

BW – масса тела человека (70 кг);

AT - период осреднения экспозиции (для канцерогенов 70 лет), лет;

365 – число дней в году.

Для всей жизни было принято, что объем потребляемой водопроводной

воды составляет 2 л/день, продолжительность воздействия 30 лет (канцерогены – 70 лет), частота воздействия 365 дней, масса тела 70 кг, период осреднения – 70 лет.

Для периода, на который согласуются временные отступления, принято, что объем потребляемой водопроводной воды будет 2 л/день, продолжительность воздействия 7 лет, частота воздействия 365 дней, масса тела 70 кг, период осреднения для канцерогенов – 70 лет, для неканцерогенов – 30 лет.

Сведения о стандартных факторах экспозиции определены согласно приложению 3 к руководству по оценке риска.

Результаты расчетов дозовой нагрузки на организм человека приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Среднесуточные дозовые нагрузки на организм человека

CAS	Показатель	LADD	LADD <sub>канц</sub>	LADD <sub>канц</sub> на 7 лет	LADD на 7 лет
7429-90-5	Алюминий	0,000548	0,000235	5,4795E-05	0,00012785
7664-41-7	Аммиак и ионы аммония суммарно	0,01411	0,006047	0,00243836	0,0056895
7440-42-8	Бор	0,00211	0,000904	0,00021096	0,00049224
7439-89-6	Железо общее	0,025205	0,010802	0,01052055	0,02454795
7439-96-5	Марганец	0,002466	0,001057	0,00041096	0,0009589
7440-50-8	Медь	1,37E-05	5,87E-06	1,3699E-06	3,1963E-06
	Нефтепродукты	0,000315	0,000135	6,5753E-05	0,00015342
14797-55-8	Нитраты	0,005479	0,002348	0,00136986	0,00319635
14797-65-0	Нитриты	0,00274	0,001174	0,00027397	0,00063927
7439-92-1	Свинец	4,11E-06	1,76E-06	4,1096E-07	9,589E-07
108-95-2	Фенол	2,47E-05	1,06E-05	2,7397E-06	6,3927E-06
16984-48-8	Фториды	0,005479	0,002348	0,00065753	0,00153425
7440-47-3	Хром общий	0,000342	0,000147	3,4247E-05	7,9909E-05
7440-66-6	Цинк	0,000137	5,87E-05	1,3699E-05	3,1963E-05
7440-43-9	Кадмий	4,11E-06	1,76E-06	4,1096E-07	9,589E-07
57-12-5	Цианиды	0,000137	5,87E-05	1,3699E-05	3,1963E-05

### Анализ неопределенностей

Одним из наиболее очевидных источников неопределенности является неполнота информации об используемых при анализе исследуемых данных, недостаточно точный метод определения. Также невозможно оценить точно дозовую нагрузку на организм человека, поэтому используются стандартные параметры, рекомендуемые руководством.

Выявленные неопределенности могут привести как к недооценке, так и переоценке риска, но, поскольку отсутствует возможность их исключения,

исследование проводится с данными допущениями.

## **5. Характеристика риска для здоровья населения**

Характеристика риска включает прогноз изменений в состоянии здоровья отдельного человека или группы людей (популяции) в результате воздействия химического вещества при условиях дозовых нагрузок, которые мы определили на предыдущем этапе. На этапе характеристики риска, помимо количественных величин риска, анализируются и характеристики неопределенностей, связанных с оценкой, и производится обобщение всей информации по оценке риска.

При хроническом воздействии химических веществ определяют два основных типа вредных эффектов: канцерогенный и неканцерогенный риск.

Для канцерогенов оценка зависимости доза – ответ осуществляется с учетом фактора канцерогенного потенциала (или фактора угла наклона прямой, характеризующей зависимость доза - канцерогенный эффект). Величина канцерогенного риска (CR) рассчитывается путем умножения среднесуточной дозы (или среднесуточного поступления) за весь период жизни (LADD) на величину SF<sub>0</sub>:

$$CR = LADD * SF_0$$

Полученное значение CR характеризует верхнюю границу канцерогенного риска за среднюю продолжительность жизни (70 лет). Например,  $CR = 1 * 10^{-4}$  означает, что в когорте населения численностью 10000 человек возникнет один дополнительный случай злокачественного новообразования. Таким образом, величина CR является оценкой индивидуального риска развития рака за среднюю продолжительность жизни.

Популяционный канцерогенный риск характеризует дополнительное (к фоновому уровню заболеваемости) число случаев злокачественных новообразований в исследуемой популяции как при воздействии в течение всей жизни:

$$PCR = LADD * SF * POP;$$

где POP – численность исследуемой популяции;

70 лет - средняя продолжительность жизни.

В методологии оценки риска комбинированное действие канцерогенных факторов принято рассматривать как аддитивное:

$$R_{\text{сум}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \text{ где}$$

$R_{\text{сум}}$  - суммарный канцерогенный риск;

$R_1, R_2, R_n$  - канцерогенные риски, обусловленные компонентами смеси химических веществ.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществляется либо путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (индекс/коэффициент опасности), либо на основе параметров зависимости «концентрация-ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях.

В данном исследовании оценка риска здоровью для веществ, не обладающих канцерогенным действием, проводилась на основе расчета коэффициента опасности по формуле:

$$HQ = LADD/RfC, \text{ где}$$

HQ – коэффициент опасности;

LADD – среднесуточная пожизненная доза, мг/м<sup>3</sup>;

RfC – референтная (безопасная) концентрация, мг/м<sup>3</sup>.

Для условий комбинированного воздействия (одновременного действия нескольких веществ) характеристикой суммарного неканцерогенного риска является также величина индекса опасности (HI):

$$HI = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n, \text{ где}$$

$HQ_1, HQ_2, \dots, HQ_n$  - коэффициенты опасности для нескольких химических веществ или для разных путей поступления одного и того же вещества.

В соответствии с международными рекомендациями, для неканцерогенных химических веществ аддитивность признается в случае их одинакового (однородного) токсического действия, под которым условно понимается влияние веществ на одни и те же органы или системы (например, легкие, печень, центральную нервную систему, процессы развития организма и др.). Нормирование, т.е. сопоставление получаемого значения риска с приемлемым

значением, осуществляется в соответствии со следующим правилом: если отношение этих величин менее единицы, риска нет, если больше - риск есть. Чем больше величина НИ превосходит единицу, тем более значительную опасность может представлять анализируемое воздействие.

В соответствии с системой критериев приемлемости канцерогенного риска (Руководство) выделяют 4 диапазона риска:

– индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший  $1 * 10^{-6}$ , что соответствует одному дополнительному случаю заболевания или смерти на 1 млн. экспонированных лиц характеризует такие уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков. Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению, и их уровни подлежат только периодическому контролю.

– индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 * 10^{-6}$ , но менее  $1 * 10^{-4}$  соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях при таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению.

– индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 * 10^{-4}$ , но менее  $1 * 10^{-3}$  приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

– индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или более  $1 * 10^{-3}$  неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп. При его достижении необходимо проведение экстренных оздоровительных мероприятий по снижению риска.

При планировании долгосрочных программ, установлении региональных гигиенических нормативов целесообразно ориентироваться на величину целевого риска - такого уровня риска, который должен быть достигнут в результате проведения мероприятий по управлению риском. В большинстве стран, а также в

рекомендациях экспертов ВОЗ величина целевого риска принимается равной  $10^{-6}$ . Величина целевого риска для условий населенных мест в Российской Федерации составляет  $10^{-5}$  -  $10^{-6}$ .

За приемлемый неканцерогенный риск отдельных химических веществ, принималась величина коэффициента опасности HQ меньшая или равная 1,0. В качестве допустимой величины для групп веществ, воздействующих на одни и те же органы/системы организма, также принималось значение HI равное 1,0.

### **Характеристика канцерогенного риска для здоровья населения**

Вероятность развития канцерогенных эффектов при употреблении питьевой воды в г. Ладушкин была оценена от воздействия следующих канцерогенных веществ: хром, свинец, кадмий.

Результаты расчетов канцерогенного риска, суммарного канцерогенного риска, популяционного канцерогенного риска представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Значения канцерогенных рисков

CAS	Показатель	На 70 лет		На 7 лет	
		CR	Ранг	CR	Ранг
7440-47-3	Хром общий	6,16E-05	1	1,43E-05	1
7439-92-1	Свинец	8,28E-08	3	1,93E-08	3
7440-43-9	Кадмий	6,69E-07	2	1,56E-07	2
Суммарный канцерогенный риск		6,23959E-05		1,4559E-05	
Популяционный канцерогенный риск		0,228743334		0,053373445	

В расчетах популяционного риска учтено все потенциально экспонируемое население, снабжаемое питьевой водой из системы централизованного водоснабжения – 3666 чел.

Уровень суммарного канцерогенного риска для здоровья при употреблении питьевой воды в течение всей жизни соответствуют второму диапазону рисков –  $6,23959E-05$ , соответствует предельно допустимому риску, верхней границе приемлемого риска. Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях при таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению.

Уровень суммарного канцерогенного риска для здоровья при употреблении питьевой воды в течение 7 лет соответствуют второму диапазону рисков –

1,4559E-05, предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска, что свидетельствует об отсутствии угрозы состоянию здоровья, однако показатели, формирующие значения канцерогенного риска требуют постоянного контроля.

Анализ полученных результатов популяционного канцерогенного риска свидетельствует, что вероятность развития заболеваний на протяжении всей жизни у населения (3666 чел.), в случае употребления исследуемой питьевой воды, определены на уровне менее 1 вероятного дополнительного случая, на протяжении 7 лет – менее одного вероятного случая.

При расчете на 10000 человек получены следующие значения популяционного риска:

- при расчете употребления воды в течение всей жизни –0,62;
- при расчете употребления воды в течение 7 лет –0,14.

Таким образом, вероятность развития дополнительных случаев заболеваний от воздействия всех исследованных канцерогенов на протяжении всей жизни у населения г. Ладушкин, употребляющего питьевую воду, оценивается как менее одного вероятного дополнительного случая онкологических заболеваний. На протяжении 7 лет – менее одного вероятного случая. При расчете на 10000 человек, при употреблении питьевой воды на протяжении всей жизни и в течение 7 лет – менее одного вероятного дополнительного случая заболевания.

Согласно п. 4.2.16. Руководства концентрация в исследуемой точке может быть условно принята нулевой, если вещество обнаруживается в менее чем 5 % отобранных проб и нет убедительных доказательств того, что это химическое соединение является специфическим и характерным компонентом загрязнения окружающей среды на исследуемой территории. Концентрации всех канцерогенов определялись не выше нижней границы методики определения, следовательно, согласно вышеизложенному пункту значение концентрации можно принять за 0. Тем не менее, в данной работе с целью недопущения недооценки риска концентрации приняты на уровне половины нижней границы методики определения.



## Характеристика неканцерогенного риска для здоровья населения

Вероятность развития неканцерогенных эффектов при употреблении питьевой воды населением была оценена при воздействии 16 химических веществ.

Результаты расчетов коэффициентов опасности представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Значение неканцерогенных рисков

CAS	Показатель	На 70 лет		На 7 лет	
		HQ	Ранг	HQ	Ранг
7429-90-5	Алюминий	0,000548	14	0,00013	14
7664-41-7	Аммиак и ионы аммония суммарно	0,014398	6	0,00581	6
7440-42-8	Бор	0,010548	7	0,00246	8
7439-89-6	Железо общее	0,084018	3	0,08183	1
7439-96-5	Марганец	0,017613	5	0,00685	4
7440-50-8	Медь	0,000721	13	0,00017	13
	Нефтепродукты	0,010502	8	0,00511	7
14797-55-8	Нитраты	0,003425	11	0,002	9
14797-65-0	Нитриты	0,027397	4	0,00639	5
7439-92-1	Свинец	0,001174	12	0,00027	12
108-95-2	Фенол	8,22E-05	16	2,1E-05	16
16984-48-8	Фториды	0,091324	2	0,02557	3
7440-47-3	Хром общий	0,114155	1	0,02664	2
7440-66-6	Цинк	0,000457	15	0,00011	15
7440-43-9	Кадмий	0,008219	9	0,00192	10
57-12-5	Цианиды	0,006849	10	0,0016	11

Значения коэффициентов опасности не превышают 1 единицу и соответствуют допустимому уровню (допустимый уровень менее 1). Суммарное воздействие от поступления химических веществ оценено с учётом критических органов и систем, результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Значение суммарных коэффициентов опасности с учётом критических органов и систем

Критические органы и системы	Количество веществ с однонаправленным действием	Сумм. HQ на 70 лет	Ранг	Сумм. HQ на 7 лет	Ранг
Почки	6	0,147	2	0,039	5
Развитие	3	0,0118	17	0,0028	17
ЦНС	5	0,041	10	0,015	10
ЖКТ	5	0,140	3	0,035	6
Слизистые	2	0,198	1	0,108	1
Кожа	2	0,098	6	0,088	3

Критические органы и системы	Количество веществ с однонаправленным действием	Сумм. HQ на 70 лет	Ранг	Сумм. HQ на 7 лет	Ранг
Кровь	7	0,135	4	0,098	2
Иммунная система	1	0,084	9	0,082	4
ССС	1	0,003	20	0,002	20
ПНС	2	0,016	11	0,006	11
Печень	3	0,129	5	0,033	7
Селезенка	1	0,014	13	0,006	13
Углеводный обмен	1	0,014	13	0,006	13
Глаза	1	0,014	13	0,006	13
биохимия крови	2	0,016	11	0,006	11
Зубы	1	0,091	7	0,026	8
Костная система	1	0,091	7	0,026	8
Репродуктивная система	2	0,012	18	0,003	18
Гормональная система	2	0,009	19	0,002	19
Органы дыхания	1	0,014	13	0,006	13

Анализ хронического неканцерогенного риска при пероральном поступлении химических веществ показал, что в качестве наиболее уязвимых критических органов и систем выступили слизистые, почки, ЖКТ.

Значения суммарных индексов опасности при комбинированном воздействии химических веществ соответствуют приемлемому уровню риска при воздействии на все критические органы и системы органов (допустимый уровень - менее 1,0).

Таким образом, проведенная оценка риска для здоровья населения от употребления питьевой воды подаваемой централизованной системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения г. Ладушкин при сценарии их перорального поступления в организм, показала приемлемый уровень риска для здоровья при употреблении питьевой воды в течение 7-и лет, что следует интерпретировать как низкую вероятность возникновения нарушений здоровья у населения, связанных с употреблением питьевой воды централизованной системы водоснабжения в течение периода выполнения мероприятий по повышению качества питьевой воды.

#### **Анализ неопределенностей**

Основными неопределенностями на этапе характеристики риска можно считать следующие неопределенности - невозможность точного определения содержания химических веществ в исследуемой среде, вероятностным характером полученных значений.

## 6. Оценка риска рефлекторных реакций

Оценка риска рефлекторных реакций проведена для показателей: «железо общее» – 2 мг/дм<sup>3</sup>, «марганец» – 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, «мутность (по каолину)» – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, «цветность» – 30 градусов с целью обоснования значения временных отступлений. Критерием при разработке моделей в отношении показателей, характеризующихся ольфакторно-рефлекторным эффектом воздействия, является визуально-органолептический принцип оценки. Таким образом, ощущение изменений органолептических свойств воды, которое воспринято человеком, может учитываться при решении вопросов регламентации содержания вещества в воде.

Ниже приведена методика расчета показателя риска рефлекторных реакций.

Prob - связан с вероятностью (риском) в соответствии с законом нормального вероятностного распределения, что может быть описано уравнением (1).

$$Risk = \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) \times \int_{-\infty}^{Prob} e^{-\frac{t^2}{2}} dt, (1)$$

где  $\pi$  - 3,14;

e - основание натурального логарифма;

d- знак дифференциала;

t - доверительный коэффициент.

Риск по показателю мутности определяется в соответствии с уравнением (2):

$$Prob = -3 + 0,25 * M, (2)$$

Где M- значение мутности,

Prob- см. уравнение (1).

Риск по показателю цветности определяется в соответствии с уравнением

(3):

$$\text{Prob} = -3,33 + 0,67 * \text{Ц}, (3)$$

Где Ц – значение цветности.

Риск по показателям, нормируемым по их влиянию на органолептические качества воды, определяется в соответствии с уравнением (4):

$$\text{Prob} = -2 + 3,32 \lg (C/\text{ПДК}), (4)$$

Где С- значение показателя,

Величина допустимого значения для риска рефлекторно-ольфакторных эффектов – 0,1.

Согласно приведенным формулам для показателя мутности результаты расчета представлены в таблице 9.

Таблица 9 – расчет риск рефлекторно-ольфакторных эффектов

Показатель	Prob	Risk
Железо общее	0,735	0,768945043
Марганец	-1,415	0,078478992
Мутность (по каолину)	-2,38	0,008774475
Цветность	-1,415	0,078478992

Согласно проведенным расчетам, риск рефлекторно-ольфакторных эффектов соответствует недопустимому уровню по показателю «железо общее». С целью минимизации риска и улучшения органолептических свойств воды необходимо проведение мероприятий по улучшению качества питьевой воды.

### **Заключение**

Установлено:

1. В результате выполненной гигиенической оценки качества питьевой воды централизованной системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения г. Ладушкин по участку № 2 установлено превышение гигиенических нормативов по показателям: «железо общее», «марганец», «мутность (по каолину)», «цветность».

2. В результате оценки риска для здоровья населения при употреблении питьевой воды централизованной системы питьевого и хозяйственно-бытового

водоснабжения г. Ладушкин (Участок №2) в течение всей жизни, установлено наличие допустимого хронического канцерогенного риска.

3. Значение канцерогенного риска при употреблении питьевой воды централизованной системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения в течение 7-и лет соответствует предельно допустимому риску, верхней границе приемлемого риска, требующего постоянного контроля.

4. Хронический неканцерогенный риск для населения при употреблении питьевой воды в течение 7-и лет и всей жизни соответствовал допустимому уровню.

5. Согласно проведенным расчетам, риск рефлекторно-ольфакторных эффектов соответствует недопустимому уровню по показателю «железо общее». По результатам оценки риска здоровью получены допустимые значения, угроза здоровью отсутствует, однако с целью минимизации риска и улучшения органолептических свойств воды необходимо проведение мероприятий по улучшению качества питьевой воды.

6. Проведенное исследование с позиции приемлемого риска для здоровья населения позволяет сделать следующий вывод: значение показателей качества питьевой воды централизованной системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения г. Ладушкин, для которых обосновываются временные отступления: «железо общее» – 2 мг/дм<sup>3</sup>, «марганец» – 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, «мутность (по каолину)» – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, «цветность» – 30 градусов не создает угрозы здоровью населения на период действия временных отступлений от гигиенических нормативов и реализации Плана мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с гигиеническими нормативами.

#### **Список использованных нормативных документов:**

1. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
2. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении»
3. Постановление Правительства РФ от 06.01.2015 N 10 "О порядке

осуществления производственного контроля качества и безопасности питьевой воды, горячей воды" (вместе с "Правилами осуществления производственного контроля качества и безопасности питьевой воды, горячей воды")

4. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 N 641 (ред. от 30.11.2021) "Об инвестиционных и производственных программах организаций, осуществляющих деятельность в сфере водоснабжения и водоотведения" (вместе с "Правилами разработки, согласования, утверждения и корректировки инвестиционных программ организаций, осуществляющих горячее водоснабжение, холодное водоснабжение и (или) водоотведение", "Правилами разработки, утверждения и корректировки производственных программ организаций, осуществляющих горячее водоснабжение, холодное водоснабжение и (или) водоотведение")

5. Приказ Минстроя России от 04.04.2014 N 162/пр "Об утверждении перечня показателей надежности, качества, энергетической эффективности объектов централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения, порядка и правил определения плановых значений и фактических значений таких показателей" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.07.2014 N 33236)

6. СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021, регистрационный N 62297)

7. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021, регистрационный N 62296)

8. Приказ Роспотребнадзора от 28.12.2012 N 1204 "Об утверждении

Критериев существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды, показателей качества питьевой воды, характеризующих ее безопасность, по которым осуществляется производственный контроль качества питьевой воды, горячей воды и требований к частоте отбора проб воды" (Зарегистрировано в Минюсте России 25.04.2013 N 28282)

9. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»;

10. МР 2.1.4.0032—11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности».