

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.И.РАЗУМОВСКОГО»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

Чехомов Сергей Юрьевич

**РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО  
В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ КОНТАМИНАЦИИ**

3.2.1. Гигиена

диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук  
по специальности

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук,  
профессор Ю.Ю. Елисеев

Саратов – 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	12
1.1. Гигиеническая оценка влияния химических контаминантов среды обитания на здоровье населения городских и сельских поселений .....	12
1.2. Гигиеническая оценка влияния химических контаминантов, содержащихся в продуктах питания на здоровье населения городских и сельских поселений	24
1.3. Нормативно-правовые основы установления риск ориентированного надзора и оценки риска здоровью населения в условиях химической контаминации объектов окружающей среды и продуктов питания.....	39
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	44
2.1. Санитарно-эпидемиологические методы исследования.....	46
2.2. Санитарно-гигиенические методы исследования.....	50
2.3. Химико-аналитические методы исследования .....	54
2.4. Методы оценки состояния здоровья сельского населения, проживающего в экологически неблагоприятных районах области.....	55
2.5. Методы оценки риска для здоровья населения, связанные с химической контаминацией объектов окружающей среды и продуктов питания.....	56
2.6. Статистические методы исследования.....	57
ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	58
3.1. Содержание химических загрязнителей в атмосферном воздухе фермерских хозяйств муниципальных районных центров и обследуемых личных подсобных хозяйств экологически неблагоприятных регионов Саратовской области .....	61
3.2. Содержание химических загрязнителей в питьевой воде экологически неблагоприятных сельских районов Саратовской области.....	78

3.3. Содержание химических загрязнителей в почве экологически неблагоприятных сельских районов Саратовской области.....	89
ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В МЕСТНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ СЕЛЬСКИХ РЕГИОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	
	101
4.1. Изучение содержания ТМ в местной продукции, выращенной на полях ФХ и на землях ЛПХ.....	104
4.2. Изучение содержания пестицидов в местной продукции, выращенной на полях ФХ и на землях ЛПХ .....	123
4.3. Изучение содержания нитратов в местной продукции, выращенной на полях ФХ и на землях ЛПХ .....	132
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ПОПУЛЯЦИОННОГО НЕКАНЦЕРОГЕННОГО И КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ КОНТАМИНАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ РАЙОНОВ ОБЛАСТИ .....	
	137
5.1. Оценка риска для здоровья сельских жителей, проживающих на территории МР и сельских поселений, связанная с химическим загрязнением объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, почвы) и питьевой воды.....	137
5.2. Оценка риска для здоровья сельских жителей, связанная с химическим загрязнением местных продуктов питания .....	171
ГЛАВА 6. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА И ЕЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И МЕСТНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ .....	
	205
6.1. Сравнительный эпидемиологический анализ медико-демографических показателей численности, причин смертности, естественной убыли, структуры и уровня первичной заболеваемости городского и сельского населения Саратовского региона .....	205

6.2. Причинно-следственные связи между уровнем впервые выявленной неканцерогенной и онкологической заболеваемостью сельского населения ФХ и ЛПХ с показателями суммарной химической нагрузкой (ТНН) и уровня индивидуального канцерогенного риска (ICR) загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания .....	211
ВЫВОДЫ.....	223
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	226
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	228
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	230

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы исследования**

Научные исследования последних лет убедительно свидетельствуют, что регулярное использование на сельскохозяйственных угодьях агрохимикатов, несмотря на значительную экономическую эффективность, приносит и значительный санитарно-гигиенический и экологический вред, прежде всего, для здоровья населения, проживающего в условиях их интенсивного применения. Широко используемые в сельском хозяйстве пестициды, минеральные удобрения, а также наличие агропромышленного загрязнения объектов окружающей среды тяжелыми металлами в силу их высокой токсичности и способности к биоаккумуляции создают реальную угрозу здоровью сельского населения. Вступление РФ во Всемирную торговую организацию и Организацию экономического сотрудничества и развития требует приведения всех отечественных требований по безопасности объектов окружающей среды и продуктов питания в соответствие с международными стандартами, разработанными на основе методологии оценки и управления риска здоровью населения.

Вместе с тем актуальными остаются вопросы по изучению особенностей химической контаминации объектов окружающей среды, питьевой воды и местных продуктов питания, формирующих многокомпонентную экспозицию ксенобиотиками сельских населенных мест. Расчет оценки индивидуального и популяционного неканцерогенного и канцерогенного рисков для здоровья сельского населения фермерских и личных подсобных хозяйств с учетом корреляционно доказанного уровня первичной заболеваемости с показателями суммарной химической нагрузки в конечном итоге определило формирование цели и задач данного исследования.

**Степень разработанности темы исследования.** Высокий уровень заболеваемости населения, связанный с загрязнением объектов окружающей

среды, находит отражение в многочисленных работах отечественных и зарубежных ученых (Боев В.М, Зеленина Л.В., Кряжев Д.А. и др. 2016; Швед О.И., Баландович Б.А., Поцелуев Н.Ю. и др., 2019; Hayes A.W., 2014; Habermeyer M., Roth A., Guth S., et al., 2015; Vinas Casasola M.J., Fernandez Navarro P., Fajardo Rivas M.L., et al., 2017). В исследованиях отражены причинно-следственные связи между уровнем впервые выявленной неканцерогенной и онкологической заболеваемости сельского населения фермерских и личных подсобных хозяйств с показателями суммарной химической нагрузки и уровня индивидуального канцерогенного риска загрязнения атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды и местных продуктов питания.

Проведение мониторингового анализа экспозиций широкого применения химических контаминантов на территориях муниципальных районов и сельских поселений агропромышленных регионов с последующей адекватной оценкой риска здоровью населения позволяет сделать правильный акцент на выявление последствий использования ксенобиотиков, с формированием управленческих решений (Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А. и др, 2014; Попова А.Ю., Ракитский В.Н., Сеницкая Т.А. и др. 2018), направленных на минимизацию уровня роста заболеваемости населения.

**Цель исследования** – дать сравнительную оценку рискам для здоровья сельского населения, проживающего в экологически неблагоприятных муниципальных районах и сельских поселениях в условиях химической контаминации объектов окружающей среды, питьевой воды и местных продуктов питания.

#### **Задачи исследования.**

1. Провести мониторинговое изучение содержания химических загрязнителей (пестицидов, нитратов, тяжелых металлов) в объектах окружающей среды (почве, воздухе), питьевой воде и продуктах питания различных районов Саратовской области. Выявить приоритетные контаминанты и их концентрации в изучаемых объектах на территориях фермерских и личных подсобных хозяйств.

2. Установить оценку индивидуального и популяционного

неканцерогенного и канцерогенного рисков для здоровья населения муниципальных районов Саратовской области в условиях регионального химического загрязнения объектов окружающей среды и питьевой воды.

3. Установить оценку индивидуального и популяционного неканцерогенного и канцерогенного рисков для здоровья населения муниципальных районов Саратовской области фермерских и личных подсобных хозяйств сельских поселений в условиях регионального химического загрязнения местных продуктов питания.

4. На основе эпидемиологического анализа состояния первичной заболеваемости сельского населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях Саратовского региона, дать оценку причинно-следственных связей с показателями суммарной химической нагрузки (ТНП) и уровнем индивидуального канцерогенного риска (ICR) загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания.

**Научная новизна.** Впервые проведены мониторинговые исследования по оценке экспозиции приоритетных загрязнителей в объектах окружающей среды, питьевой воде и местных продуктах питания на территориях фермерских и личных подсобных хозяйств экологически неблагоприятных муниципальных районов крупного агропромышленного региона.

Установлены показатели суммарной химической нагрузки загрязнения объектов окружающей среды, питьевой воды и местных продуктов питания; впервые проведен расчет оценки индивидуального и популяционного неканцерогенного и канцерогенного рисков для здоровья сельского населения, проживающего на территориях фермерских (ФХ) и личных подсобных хозяйств (ЛПХ) экологически неблагоприятных районов области.

Проведен сравнительный эпидемиологический анализ медико-демографических показателей численности, причин смертности, естественной убыли, структуры и уровня первичной заболеваемости городского и сельского населения агропромышленного региона.

Установлены причинно-следственные связи между уровнем впервые выявленной неканцерогенной и онкологической заболеваемостью сельского населения ФХ и ЛПХ с показателями суммарной химической нагрузкой (ТНІ) и уровня индивидуального канцерогенного риска (ICR) загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Проведенные исследования позволили выявить приоритетные ксенобиотики объектов окружающей среды, питьевой воды и местных продуктов питания, представляющих комплексную однонаправленную опасность для различных органов и систем организма человека. На основании установленных маркеров загрязнения и биомаркеров для организма сельчан сделан правильный акцент на выявление уровня первичной неканцерогенной и онкогенной заболеваемости сельского населения, проживающего на территориях фермерских и личных подсобных хозяйств экологически неблагополучных районов региона. Установлена корреляция уровня заболеваемости населения с показателями суммарной химической нагрузки и уровнем индивидуального канцерогенного риска загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания.

**Связь с планом научно-исследовательских работ университета и отраслевыми программами.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России (№ государственной регистрации 01201376516).

**Методология и методы исследования.** Диссертационная работа выполнена на кафедре общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России. Для достижения поставленной цели были применены: гигиенические методы с обоснованной оценкой риска здоровью населения, эпидемиологические и медико-демографические методы, современные высокоинформативные химико-аналитические методы исследования с использованием количественных методов индикации ксенобиотиков в объектах



окружающей среды и пищевых продуктах; лабораторные и статистические методы исследования с использованием параметрических и непараметрических методов медицинской статистики, включая проведение множественного корреляционно-регрессионного анализа и определения достоверности статистически значимых результатов исследований.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. На территориях фермерских и ЛПХ МР Саратовского региона выявлены приоритетные химические загрязнители, содержащиеся в объектах окружающей среды, питьевой воде и местных продуктах питания.

2. Расчет суммарной химической нагрузки и отдельных ее составляющих позволяет получить реальную картину опасности для здоровья сельских жителей ФХ и ЛПХ с учетом уровня загрязнения ксенобиотиками атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды и местных пищевых продуктов.

3. Суммарная химическая нагрузка объектов окружающей среды, питьевой воды и продуктов питания является значимым этиологическим фактором формирования первичной заболеваемости сельского населения.

**Личный вклад автора в исследование.** Личный вклад автора заключается в самостоятельной постановке цели и задач исследования, планировании необходимого объема диссертационного исследования. Автором лично собран весь необходимый первичный материал, проведены гигиенические, эпидемиологические и статистические исследования; интерпретированы полученные результаты, сформулированы основные положения, выносимые на защиту и выводы исследования. Участие автора в формулировании цели, задач и обобщении материалов составляет 90 %.

**Внедрение результатов исследования в практику.** По результатам диссертационного исследования разработано информационно-методическое письмо «Критерии этапности принятия управленческих решений при проведении мероприятий оценки риска для здоровья населения от воздействия химических контаминантов» (Саратов, 2019); предложенные в нем рекомендации используются в работе ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт

сельской гигиены Роспотребнадзора» (утверждено директором учреждения, д.м.н. А.Н.Даниловым 26 декабря 2019 г.). Материалы диссертации включены в учебный процесс на кафедре общей гигиены и экологии (акт о внедрении результатов в практику учебной работы от 05 мая 2022 г. № 934) и кафедре гигиены медико-профилактического факультета (акт о внедрении результатов в практику учебной работы от 05 мая 2022 г. № 935) ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы определяются комплексным подходом выполнения, достаточным объемом первичного материала, разнообразием научных данных, адекватным подбором и применением методов исследования, достаточным отражением полученных результатов в печатных публикациях автора.

Основные положения диссертационного исследования опубликованы и доложены на межрегиональных научно-практических конференциях молодых ученых и специалистов «Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях» г. Саратов, 2018, 2019, 2020; на XVII международной научно-практической конференции «21 век фундаментальных наук и технологий» – North Charleston, USA, 2018; на международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда», г. Минск, 2019; на межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Гигиена и санитария на страже здоровья человека», г. Саратов, 2019; на IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей» г. Пермь, 2019; на XI межрегиональной научно-практической online конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием « Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях», г. Саратов, 2021.

Апробация диссертационной работы проведена на заседании межкафедральной конференции ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ

им. В. И. Разумовского Минздрава России (протокол № 11 от 20 июня 2022 года).

**Реализация результатов исследования.** Результаты исследования реализованы в образовательном процессе ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Научные положения диссертации соответствуют пунктам 2, 5, 7 и 10 паспорта специальности 3.2.1. Гигиена.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 264 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы материалы и методы исследования, шести глав собственных результатов исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций. Список литературы включает 285 источников, в том числе 206 – отечественных и 79 – зарубежных. Работа иллюстрирована 5 рисунками и 97 таблицами.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 12 работ, из них 5 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для опубликования основных результатов диссертационных исследований.

## **ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Широко известно, что качество окружающей среды и, прежде всего, содержащиеся в ней химические факторы как естественного, так и искусственного происхождения в значительной мере определяют уровень здоровья населения селитебных территорий [133, 153, 177]. На сегодняшний день известно, что из 8 млн. существующих химических веществ, около сотни тысяч поллютантов человек использует в своей постоянной деятельности [197, 259, 281]. При этом около 80 % из них относятся к контаминантам химического происхождения, представляя значительную угрозу для здоровья населения [81, 102, 108, 280].

Вместе с тем необходимо отметить, что знание последствий влияния химических контаминантов среды обитания и пищевых продуктов на здоровье населения позволяет не только оценить создаваемые ими токсические и канцерогенные риски, но и своевременно организовать проведение комплекса профилактических санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на их устранение.

### **1.1. Гигиеническая оценка влияния химических контаминантов среды обитания на здоровье населения городских и сельских поселений**

В настоящее время к ряду приоритетных задач Российской Федерации относят рассмотрение государственной научной проблемы «Окружающая среда – здоровье человека». Первостепенное рассмотрение данной государственной задачи должно находить объяснение и в наличии нарастающих негативных тенденций, отражающих изменения основных показателей здоровья населения России [153, 175, 176].

В современных условиях селитебного существования человека не только производственная, но и хозяйственная деятельность населения все чаще становятся источниками химического загрязнения окружающей среды. Продукты

антропогенной деятельности попадают в окружающую среду в виде газообразных, жидких и твердых химических контаминантов атмосферного воздуха, воды открытых водоемов, почвы населенных мест. Загрязнители в естественных условиях проходят трансформацию и перераспределение в экологических цепочках сред, где конечным звеном чаще всего выступает организм человека. Среди различных факторов антропогенного воздействия на окружающую среду наиболее мощное техногенное действие связано с вредным влиянием химических веществ, относящихся к классам «опасных» и обуславливающих экологическую деградацию среды обитания, а в ряде случаев приводящих к формированию территориальных экологически неблагоприятных регионов. Проживание населения в таких регионах связано с постоянным, а в ряде случаев запредельным воздействием вредных химических факторов среды обитания на организм человека. Подобное воздействие вредных факторов на среду обитания приводит не только к повышению общей, но и в определенных условиях специфической заболеваемости населения. Наиболее часто подобная проблема, связанная с едиными механизмами загрязнения окружающей среды от конкретных промышленных источников, технологий и поллютантов, приводящая к формированию специфических этиопатологических связей в развитии того или иного заболевания, свойственна населению моногородов, а сегодня и агропромышленных сельских поселений [10, 13, 19, 72, 154].

Вместе с этим необходимо отметить продолжающиеся концентрации на относительно ограниченных территориях малых и средних городов значительного количества промышленных предприятий, транспорта и других источников неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Таким образом, проходящие процессы урбанизации селитебных территорий могут быть связаны как с формированием конкретных специфических выбросов химических загрязнителей, преимущественно на территориях моногородов, так и с множеством факторов разной природы, обладающих значительной вариабельностью условий их воздействия на население [18]. На территории Саратовской области к таким агропромышленным районам можно отнести

быстро развивающиеся муниципальные образования – Марксовское, Федоровское и Балаковское.

В настоящее время является доказанным влияние факторов среды обитания на состояние здоровья человека, которые могут проявляться: либо как непосредственная причина заболевания, либо как предпосылка к их возникновению [133]. Среди факторов среды обитания выделяют множественные факторы риска (химические, физические, биологические, социальные и др.), оказывающие комплексное, комбинированное и сочетанное действие, в результате чего снижается иммунный потенциал человека и возрастает как специфическая, так и неспецифическая заболеваемость населения [133, 134]. Таким образом, в современных условиях показатель здоровья населения можно считать одним из главных критериев качества и экологической безопасности окружающей среды [177].

Лучшее определение состоянию здоровья населения принадлежит Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ): здоровье – это не только отсутствие болезней, или патологий в организме человека, но это и состояние полного физического, духовного и социального благополучия. По данным ВОЗ достичь такого состояния здоровья население может, соблюдая на 50 % здоровый образ жизни. При этом состояние здоровья населения на 30 % зависит от благоприятного воздействия на него факторов среды обитания; на 10 % от отсутствия отягощенной наследственности и на 10 % от качества медико-социальной помощи [16].

По данным современных источников, к факторам среды обитания, или внешней среды, участвующим в процессе формирования здоровья населения, относятся, прежде всего, химические контаминанты антропогенного происхождения, содержащиеся в атмосферном воздухе, питьевой воде, почве и продуктах питания [17, 18, 19, 154].

Оценку влияния химического антропогенного загрязнения среды обитания на здоровье населения большинство авторов проводят, используя в качестве

основных объектов наблюдения атмосферный воздух, питьевую воду, почву и продукты питания [19, 88, 231].

Среди факторов окружающей среды городских и сельских поселений, оказывающих вредное воздействие на организм человека, большинство исследователей, как и данные материалов, указанных в статье 20 Федерального Закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» на первое место выдвигают атмосферный воздух, загрязненный химическими поллютантами. Загрязненный атмосферный воздух, присутствующий на урбанизированных территориях различных регионов РФ, выступает в качестве ведущего триггера, приводящего к формированию высокого уровня риска развития соматической и инфекционной патологии детского и взрослого населения страны [16, 17, 45, 46, 73, 129, 176].

К ведущим источникам загрязнения атмосферного воздуха городских и сельских населенных мест традиционно относят выбросы автомобильного транспорта, металлургических и химических предприятий, тепловых электростанций, работающих на каменном угле и мазуте, заводов строительных материалов. Обширный спектр химических загрязнителей выбросов, накапливающихся в атмосферном воздухе представлен оксидами углерода, алифатическими и полициклическими ароматическими углеводородами, бенз(а)пиреном, фенолом, альдегидами, кетонами, соединениями серы, ТМ, сажей, взвешенными веществами, фтористыми газообразными соединениями, минеральными удобрениями [39, 82, 89, 103, 112, 115, 120, 178]. Возрастает роль как наиболее опасных загрязнителей атмосферного воздуха мелкодисперсных частиц РМ 2,5 и РМ 10, способных определять риск заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной системы, вызывать рост аутоиммунной патологии у детей, снижать уровень продолжительности жизни населения. С 2010 года Государственным стандартом РФ ГН 2.1.6.2604-10 в стране введено нормирование содержания мелкодисперсных взвешенных частиц в атмосферном воздухе [83, 213].

Значительным количеством проведенных научных исследований [12, 75, 202, 220, 228, 252, 255, 256] установлено негативное влияние загрязнения окружающей среды на уровень заболеваемости острыми и хроническими болезнями органов дыхания. По данным НИИ пульмонологии МЗ РФ (Москва) в России число больных с заболеваниями органов дыхания увеличивается ежегодно на 5-7 % [21, 199].

Сегодня ни у кого не вызывает сомнения высокая опасность аэрогенного воздействия, напрямую связанная с заболеваниями органов дыхания, занимающих одно из ведущих мест в структуре заболеваемости и в значительной степени определяющей уровень временной утраты трудоспособности, инвалидности и смертности населения России. Так, в структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности эта группа болезней занимает первое место, в структуре причин инвалидности – 4-е место, в структуре причин смерти некоторых возрастных групп населения также 4-е место. Значительно возросла частота аллергических заболеваний дыхательных путей, среди которых наиболее тяжело протекает бронхиальная астма, наблюдается рост распространенности хронических обструктивных болезней легких [43, 258].

Нельзя не учитывать и возможность дальнейшего роста болезней легочной системы, напрямую связанных с появлением в атмосферном воздухе качественно новых химических веществ, на которые пока не разработаны нормативные документы и технические регламенты [34, 103]. Следует отметить постоянно протекающие в окружающей среде процессы накопления химических поллютантов в аккумулирующих средах, таких как почва и водные объекты [7, 13, 38].

Постоянно выявляемое санитарно-эпидемиологической службой РФ несоответствие основных показателей, характеризующих чистоту почвы ее санитарно-гигиеническим стандартам, находит свое объяснение в ряде причин. Наряду с осаждением в почву химических загрязнителей, содержащихся в атмосферном воздухе, в нее также поступают бытовые и промышленные отходы [19]. Ориентировочно в почве РФ ежегодно накапливается до 60 млн. тонн



твердых бытовых отходов (ТБО). Низкая эффективность сбора, удаления и переработки ТБО сопровождается биологическим загрязнением селитебных территорий городских и сельских поселений, в которых отмечается высокое содержание химических веществ [41, 42, 97, 145, 206].

Наибольшую опасность для окружающей среды и здоровья человека представляет загрязнение почвы промышленными отходами, чему в значительной степени способствуют выбросы предприятий в атмосферный воздух. При этом особая опасность связана с высоким, повсеместным загрязнением почвы ТМ и их соединениями, радиоактивными элементами, а также пестицидами и нитратсодержащими удобрениями, применяемыми в сельском хозяйстве. Считается, что высокое содержание химических соединений в поверхностных слоях почвы в значительной степени обусловлено многолетним выпадением атмосферных осадков [80, 203].

Санитарно-гигиеническая оценка качества проб почвы проводится в соответствии с требованиями государственных санитарных стандартов: СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» и ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» [35, 164]. Загрязненная химическими веществами почва в силу низкой эффективности протекающих в ней процессов самоочищения может представлять опасность отрицательного влияния на контактирующие среды (атмосферный воздух, вода водоемов), пищевые продукты, а далее через экологические цепочки на конечное звено – человека. С учетом этого санитарно-гигиеническая охрана почв от химического загрязнения является одной из важнейших профилактических задач, направленных на сохранение здоровья населения.

На сегодняшний день единой классификации касающейся приоритетности загрязнителей почвы нет. Тем не менее, учитывая высокую токсичность и способность к кумуляции для организма человека и животных, а также степень распространенности тяжелых металлов, данный вид загрязнения почвы

признается многими исследователями как ведущий [5, 23, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 168, 218, 264, 278].

Изучение загрязнения почвы тяжелыми металлами показало, что их общая масса не превышает 1,2 % общей массы литосферы, а их содержание в природе насчитывает 78 элементов. Наиболее изученными ТМ являются свинец, кадмий, кобальт, ртуть, мышьяк, цинк, никель, олово, медь, марганец и др.

Из литературных источников известно, что почвы 89,7 % населенных пунктов РФ по показателю суммарного загрязнения ТМ относятся к категории допустимого загрязнения. Вместе с этим почвы однокилометровой зоны вокруг крупных источников промышленных выбросов ТМ в атмосферу, а также прилегающие к ним территориальные районы за длительные периоды воздействия (более пяти лет) имеют тенденции к увеличению средних массовых долей данных загрязнителей. Так, например, в Иркутске суммарный показатель загрязнения почвы ТМ за счет массовых долей свинца, кадмия и никеля превышал 1 ПДК ТМ, что не позволяло отнести данные почвы по гигиеническим критериям к допустимой категории загрязнения. Аналогичные загрязнения почвы по превышениям показателей содержания ТМ отмечались в городах Йошкар-Ола и Нижний Новгород за счет магния; в г. Нижний Тагил по превышению содержания марганца; в городах Верхняя Пышма, Кировград, Кушва, Невьянск, Нижний Тагил, Первоуральск, Ревда за счет превышения содержания меди; в городах Асбест, Давлеканово, Полевской – превышения содержания никеля [57, 168, 183].

Известно, что в настоящее время количество химических веществ, попадающих в почву в процессе промышленного производства и в результате сельскохозяйственной деятельности человека, примерно одинаковое. Основными химическими источниками загрязнения почвы в результате аграрной деятельности населения являются: пестициды, используемые для борьбы с вредителями-насекомыми (инсектициды), сорняками (гербициды) и болезнями растений (фунгициды), а также широко используемые азотсодержащие нитратные удобрения.

Сельскохозяйственная эффективность применения пестицидов и удобрений не вызывает сомнений, что обуславливает их ежегодный производственный прирост. Однако использование наиболее эффективных высокотоксичных и стабильных ядохимикатов имеет особую опасность, т.к. они обладают способностью накапливаться в почве, в воде, донных отложениях водоемов. Далее пестициды и нитраты по экологической цепочке попадают в растения, животных, и затем с пищей в организм человека. В результате по своей опасности для организма животных и человека они не уступают ТМ. Примером может служить хлорорганический пестицид (ХОП) ДДТ (дихлор-дифенил-трихлорметил-метан), обладающий значительной химической стойкостью и не разлагающийся в окружающей среде в течение десятков лет. Несмотря на то, что ДДТ был запрещён еще в 70-х годах прошлого столетия, следы его обнаруживаются не только на территории России, но даже в Антарктиде.

В настоящее время на территории РФ в соответствии с Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов разрешены к применению более тысячи средств защиты растений, в основе которых около 300 действующих веществ. Более того, на территории 9-ти субъектов РФ, относящихся к ЦФО и ПФО, при обследовании почвы вокруг 11 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных к употреблению или запрещенных к применению, общей площадью 30,0 тыс. га, были выявлены участки, загрязненные пестицидами выше установленных гигиенических нормативов. Чаще всего на участках загрязненной почвы выявляют препараты, относящиеся к ХОП: ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, 2,4-Д, далапон и др. Остаточные количества (ОК) ХОП, превышающие допустимые уровни, были выявлены в 2015 году в почве обследованных Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей [42]. Наиболее часто подвергаются загрязнению пестицидами почвы, используемые под посевы зерновыми и зернобобовыми, масличными культурами, корне- и клубнеплодами и находящиеся под парами. Значительно реже удается выявлять в почве сельхозугодий фосфорорганические ядохимикаты и другие нестабильные пестициды, что объясняется потерей интереса надзорных служб к изучению менее

токсичных поллютантов, а также снижением выделения финансовых затрат на проведение регулярных мониторинговых обследований почвы на содержание химических контаминантов.

Основная часть применяемых пестицидов, являясь отравляющими ядами, обладает целенаправленным действием на мишени (инсектициды, акарициды, фунгициды и т. д.), поэтому с учетом угрозы пестицидов для здоровья человека и окружающей среды ВОЗ предложила новое понятие [138] – особо опасные пестициды (ООП). Это связано с доказанной острой и/или хронической токсичностью пестицидов для организма взрослого человека и значительной опасностью ядохимикатов для детского организма. При этом все больше поступает информации о случайном или даже преднамеренном отравлении (самоубийстве) при использовании пестицидов. Так, по данным ВОЗ, в настоящее время ежегодно происходит до 240 тысяч случаев острых отравлений химическими веществами и 186 тысяч случаев самоубийств с применением пестицидов. Более половины случаев заболеваний от отравления химическими веществами приходится на детей в возрасте до 15 лет. В Европе ежегодные затраты на госпитализацию после отравления населения пестицидами составляет 15 млн. USD, а ежегодные затраты США на очистку территорий от ядохимикатов составляют более 1 млрд. в сельском хозяйстве.

Данное положение отягощается все большим поступлением в Россию, страны Америки и Европы нелегально завозимых пестицидов с плохо расшифровываемым химическим составом, высокой токсичностью и трудно предсказуемым механизмом действия [87].

По данным ВОЗ вредное воздействие для здоровья пестицидов заключается в влиянии на центральную нервную и эндокринную системы с выраженными проявлениями иммуносупрессорного действия, что способствует росту инфекционных заболеваний, а также увеличению больных с онкозаболеваниями, протекающими в виде лимфом, нейро- и ретинобластом, множественных миелом, рака щитовидной железы, легких, почек, мозга, репродуктивных и пищеварительных органов, саркомы мягких тканей. Пестициды способны

вызывать бесплодие, спонтанные выкидыши, преждевременные роды, генетические аномалии внутриутробного развития, перинатальную смертность [53, 117, 121, 138, 169, 171, 193, 198, 205].

Наряду с загрязнением ТМ и пестицидами не меньшую опасность для здоровья населения представляет загрязнение почвы нитратами, нефтепродуктами, бенз(а)пиреном. Для вышеперечисленных химических загрязнителей характерно медленное накопление в почве и достижение токсического уровня, если это не крупная экологическая авария. Однако при соответствующем накоплении химических поллютантов, они долго сохраняются в почве, создавая негативное влияние на экологическую обстановку целых регионов. В связи с этим охрана почв от химического загрязнения – дело первостепенной важности.

Проводимые исследования по изучению содержания нитратов в почве регионов России свидетельствуют о существенном разбросе данных. В основном загрязнения нитратами почв колеблются от 0,5 до 5 ПДК. Так, на территориях Западной Сибири, Самарской и Свердловской областей содержание нитратов в почве в основном было на уровне 1 ПДК (130 мг/кг). Напротив, на территории Саратовского региона, в районах, граничащих с Казахстаном, содержание нитратов в почве достигало 5 и более ПДК.

При избыточном содержании в почве азотных удобрений, они по экологическим цепочкам поступают в продукты питания и воду, а далее в организм человека, где могут вызывать метгемоглобинемию (чаще у детей), рак желудка, влиять на развитие потомства (эмбрионов).

Бенз(а)пирен относится к веществам первого класса опасности, т.е. обладает чрезвычайно опасным воздействием на окружающую среду. Являясь широко распространенным канцерогеном и способным к биоаккумуляции, он не только способствует распространению рака, но и обладает мутагенным, эмбриотоксическим и гематотоксическим действием. На территориях экологически неблагополучных районов бензапирен способствует развитию необратимых мутаций, внедряясь в нуклеотидный комплекс молекул ДНК. 10.

Анализ канцерогенного риска при воздействии факторов окружающей среды на здоровье населения крупного промышленного города и заболеваемость злокачественными новообразованиями [14].

В окружающую среду бенз(а)пирен поступает при сжигании угля, древесины, каменно-угольной смолы, различных биомасс, с выбросами из двигателей внутреннего сгорания автомобильного транспорта, с табачным дымом, при трении автомобильных покрышек об асфальтовые покрытия. Пути поступления бензапирена в организм являются аэрогенный, оральный и перкутанный [77, 107].

Основным источником загрязнения почвы нефтепродуктами является антропогенная деятельность, при которой могут происходить как грубые нарушения технологии добычи, переработки и транспортировки, так и различные аварийные ситуации. В целом на нефтепромыслах теряется до 3,5 % всей добываемой нефти, а загрязнение почв нефтепродуктами превышает фоновые величины в 100-200 раз [36, 74, 105]. При этом происходит перераспределение последних в трех компонентах экосистем: приземном слое атмосферы, поверхностных водоемах и почвенном покрове. Загрязнители попадают в питьевую воду, непосредственно угрожая здоровью населения, в результате возможных отравлений [44,192].

Химическое загрязнение питьевой воды может быть связано либо с загрязнением воды водоисточника, а далее низкой эффективностью работы водоочистных сооружений, либо химические вещества сами непосредственно могут попадать в питьевую воду в процессе ее реагентной обработки (коагуляции и хлорирования).

Качество воды водоисточников определяется сложным взаимодействием факторов природного и антропогенного происхождения, что в значительной степени создает трудно решаемые проблемы эксплуатации систем городского централизованного водоснабжения. Процессы добычи и очистки воды на сельских водоочистных сооружениях имеют свои особенности. Работа водоочистных сооружений в сельских населенных пунктах из поверхностных

водоемов, как правило, представлена т.н. двухступенчатой системой очистки. При добыче воды из подземных грунтовых колодцев этапы очистки воды не предусмотрены.

Использование обеззараживания на городских и двухступенчатых сельских водоочистных сооружениях предусматривает обработку воды хлорсодержащими реагентами. При наличии в воде водоисточников органических химических соединений хлорирование ведет к процессу галогенизации с образованием продуктов насыщения, часто напоминающих весьма токсичные диоксины. Однако в работе как городских, так и сельских водоочистных сооружений использование сорбционных материалов (активированного угля, антрацитовой крошки) не предусмотрено.

Продукты галогенизации обладают токсическими, канцерогенными и отдаленными эффектами действия. Попадание химических веществ в питьевую воду возможно как из загрязненных водоисточников, так и определяется антропогенной и аграрной нагрузкой, анализируемой по качественному и количественному содержанию контаминантов в почве. К основным приоритетным контаминантам, которые могут присутствовать в воде открытых водоемов, относятся ТМ, пестициды, нефтепродукты, нитраты, хлориды, сульфаты, карбонаты и бикарбонаты, фенолы, формальдегид, синтетические ПАВ, аминифенолы.

Попадая в природные водоемы, загрязняющие вещества приводят к качественным изменениям воды водоисточников. Изменяются ее физические свойства, появляются неприятные запахи, на поверхности водоисточника растет уровень пены. Изменения в составе исходного природного химического состава воды часто сопровождаются появлением в ней вредных токсичных веществ, наличием плавающих компонентов на поверхности и осаждением с кумуляцией поллютантов в придонном слое.

Дальнейшее попадание контаминантов из воды водоисточника в питьевую воду объясняется отсутствием в схемах водоочистки этапов, связанных с водоочисткой в отношении химических загрязнителей. В связи с этим

принципиально важно осуществление санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на санитарную очистку населенных мест, соблюдение зон санитарной очистки воды с эффективным протеканием процессов самоочищения.

Качественный состав химических веществ, присутствующих в питьевой воде, может существенно ухудшать ее органолептические свойства (железо, марганец) и способен придавать ей выраженную токсичность (ТМ, нитраты, пестициды и т. п.). Проводимое на водоочистных сооружениях хлорирование воды после ее забора из водоисточников обеспечивает надежную противоэпидемиологическую безопасность качества получаемой питьевой воды при наличии свободного остаточного хлора на уровне 0,3- 0,5 мг/л, представленного хлорноватистой кислотой или гипохлорид ионом [196]. Тем не менее, обеззараженная питьевая вода может содержать продукты галогенизирования, широкий спектр токсичности которых еще предстоит изучать [196].

В заключение данного раздела следует отметить, что значимого улучшения качества атмосферного воздуха, почвенного покрова, поверхностных и питьевых вод в городах и промышленных центрах, где проживает большая часть населения страны, за последние десятилетия в сравнении с предшествующими периодами не произошло. Это обусловлено отсутствием эффективного экономического механизма предотвращения загрязнения, стимулирующего субъекты хозяйствования сокращать выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, а также ограниченными ресурсами, сдерживающими перевод объектов на работу по наилучшим доступным технологиям с внедрением современного пыле-газо- и водоочистного оборудования, установок и сооружений [131].

## **1.2. Гигиеническая оценка влияния химических контаминантов, содержащихся в продуктах питания на здоровье населения городских и сельских поселений**



Одним из ведущих путей поступления токсичных элементов в организм человека являются контаминированные пищевые продукты. При употреблении пищевых продуктов, содержащих химические контаминанты даже в пределах допустимых нормативных уровней, имеет место нагрузка указанными веществами на организм человека. Сегодня ни у кого не вызывает сомнения, что значительное загрязнение продуктов питания ксенобиотиками различного происхождения оказывает негативное влияние на состояние здоровья населения. По данным многих исследований, проведенных на различных территориях (в районах городских и сельских поселений) нашей страны, химические контаминанты являются одними из основных загрязнителей пищевых продуктов, что приводит к значительному повышению уровня заболеваемости населения определенными нозологическими формами, для которых пищевой фактор является ведущим в развитии патологического процесса [67, 68, 91, 148].

Особое место в структуре постоянно выявляемых химических загрязнителей окружающей среды, способных оказывать существенное влияние на состояние здоровья населения, занимают пестициды [93, 157]. Потенциальная опасность для здоровья человека от пестицидов в сравнении с другими химическими веществами обусловлена преднамеренностью их внесения в окружающую среду, а следовательно, непредотвратимостью контакта с остаточными количествами токсикантов большинства населения. При этом до 80 % от допустимой суточной дозы ядохимикатов, поавдвующих в организм человека, поступают именно с продуктами питания. Последнее объясняется широким применением пестицидов (более 1000 наименований), которые широко используются для защиты продуктов питания от порчи, повышения урожайности, уничтожения сельскохозяйственных вредителей и т. д. [93].

Для решения проблемы, связанной с возможным негативным влиянием пестицидов на здоровье населения, ВОЗ и ФАО (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) регулярно проводят лекции, беседы, выпускают международные информационные бюллетени, в которых приводят доступные для потребителя данные о вреде ядохимикатов, значениях их

допустимых остаточных концентраций в продуктах питания. Данные организации уделяют также особое внимание внедрению запрета наиболее токсичных для населения и стабильных в окружающей среде пестицидов, а также контролю установления предельно допустимых значений остаточных концентраций пестицидов в продуктах питания и воде.

Несмотря на все усилия, направленные на предотвращение неблагоприятных проявлений воздействия пестицидов, незащищенный для населения контакт (аэрогенный, перкутанный или оральный) в процессе использования или работы с большинством пестицидов может вызвать острое отравление, а также отдаленные негативные последствия для здоровья человека, включая раковые заболевания и нарушение репродуктивной функции [11, 12, 95].

Изучение эколого-гигиенической безопасности сельскохозяйственной продукции, импортируемой в Россию, показало, что 14,9 % проб содержали пестициды в концентрациях, превышающих ПДК; в 43,7 % проб от общего количества продукции уровень остаточных количеств пестицидов не определялся, т.к. чувствительность методов индикации была ниже предела обнаружения – в 41,4 % исследуемые пробы содержали следовые количества пестицидов, но их остатки не нарушали допустимые нормативы. Среди продуктов с превышениями максимально допустимых уровней остаточных количеств были яблоки, косточковые, цитрусовые, корнеплоды, огурцы и томаты, поступавшие в РФ из Молдавии, Турции, Сербии. Ранее поставщиками некачественной продукции по содержанию пестицидов выступали производители Украины и Польши. Мониторинг плодоовощной продукции на содержание в ней пестицидов показал, что наиболее частыми загрязнителями являлись такие соединения как хлорпирифос, трифлуксистробин, карбендазим, диметоат, пираклостробин и ацетамиприд. Несмотря на то, что уровень загрязнения плодоовощной продукции находился на европейском уровне, количественная оценка их соответствия была затруднена. Последнее было связано с различиями в чувствительности методов лабораторных определений допустимых уровней остатков пестицидов, установленных международными организациями (Codex Alimentarius) и

Российскими государственными органами. Внедрение в Российских лабораториях метода хроматографической масс-спектрометрии пестицидов различных классов (QuEChERS) с одномоментным определением в одной пробе до 56 действующих веществ пестицидов с нижним пределом обнаружения до 0,005 мг/кг позволило снять эту проблему и объективно подойти к оценке безопасного содержания токсикантов в продуктах питания [99, 100, 101, 102].

ВОЗ и ФАО в настоящее время рассматривает мониторинг химической безопасности пищевых продуктов, включая в качестве приоритетного фактора пестициды, как важнейшую подсистему оценки риска для здоровья населения. Согласно их оценке, к 2050 г. население Земли достигнет 9,7 миллиарда человек, что на 30 % больше, чем сегодня. Демографический рост потребует повышения объемов производства продовольствия. Достижение последнего на 80 % будет зависеть от повышения урожайности и числа повторных посадок сельскохозяйственных культур на одном поле, что невозможно без проведения химизации сельского хозяйства и, прежде всего, использования пестицидов. Воздействие пестицидов на здоровье человека и окружающую среду остается предметом беспокойства.

Так, в семедсятые годы прошлого столетия были запрещены хлорорганические пестициды (ДДТ и ГХЦГ), обладающие высокой стабильностью в окружающей среде и политропным с наличием отдаленных эффектов действия (эмбрио- и гонадотропным, мутагенным, онкогенным) на организм человека. Значительно сокращено производство фосфорорганических пестицидов, обладающих не только специфическим антихолестеразным действием, нарушающим проведение нервного импульса, но и способных влиять на атрофию зрительного нерва, сетчатку глаза и т.д.

Нельзя не отметить, что в настоящее время продолжают работы по созданию новых перспективных пестицидов. Однако по прошествии определенного времени сначала научный мир и только затем обычный потребитель пищевой продукции получили новую, ранее неизвестную информацию о ставшем уже популярным и крайне востребованном химическом

токсиканте. Так сегодня происходит с одним из самых востребованных в мире гербицидом – глифосатом, играющим чрезвычайно важную роль в мировой экономике и сельском хозяйстве. Только одна компания Monsanto ежегодно получает прибыль в 5 миллиардов долларов США от продажи разрекламированного на мировом рынке якобы «экогербицида». Использование глифосата сегодня достигает более миллиона тонн в год. В нашей стране он известен под торговыми названиями «Торнадо», «Раундап», «Ураган» и широко применяется как фермерскими хозяйствами при выращивании зерновых, бобовых, так и на личных частных участках, в том числе дачниками для уничтожения однолетних и многолетних сорных трав при возделывании плодовых и картофеля.

Известно, что еще в марте 2015 года Международное агентство по изучению рака при ВОЗ объявило глифосат возможным канцерогеном для человека категории опасности 2А, т. к. токсикант способен вызывать неходжкинские лимфомы. Появляются данные об опасности глифосата для микробиома человека, т.к. он обладает способностью подавлять сопротивляемость полезных бактерий к патогенным палочкам типа сальмонеллы, населяющим слизистые кишечника человека. Предполагается, что наличие дефицита полезных бактерий, отвечающих за синтез витаминов фолиевой кислоты, способствует повреждению ДНК, воздействует на эндокринную систему, в частности, на уровень половых гормонов, что приводит к бесплодию, а также развитию рака [217, 235, 240, 241, 249, 250, 260, 265, 268, 269, 270, 275, 285]. В настоящее время в странах Евросоюза и в США к глифосату приковано пристальное внимание, однако лицензия на применение этого гербицида на территории ЕС и РФ действует до сегодняшнего дня. Нельзя не принимать во внимание постоянную заботу ВОЗ, рассматривающую мониторинг химической безопасности пищевых продуктов, включая в качестве приоритетного фактора – пестициды, как важнейшую подсистему оценки риска для здоровья населения. Оценка риска воздействия со стороны остаточных концентраций пестицидов в продуктах питания выполняется независимой международной группой научных экспертов – Совместным совещанием ФАО/ВОЗ по остаткам пестицидов (JPMR).

Эта оценка основана на совокупности данных, которые представляются при регистрации того или иного пестицида в странах всего мира, а также на всем объеме научных исследований, опубликованных в рецензируемых журналах. После выполнения оценки уровня риска JMPR определяет значения допустимой суточной дозы, то есть такие значения, при которых количество пестицида, попадающее в организм человека с продуктами питания на протяжении его жизни, не приводит к негативным последствиям для здоровья. Эти значения допустимой суточной дозы используются государствами и международными структурами по управлению риском, такими как комиссия – Codex Alimentarius (межправительственный орган по продовольственным стандартам), для определения значений допустимой остаточной концентрации (ДОК) пестицидов в продуктах питания. Стандарты Кодекса являются авторитетным источником в области международной торговли продовольствием. Цель этих стандартов – сделать так, чтобы потребитель в любой стране мог быть уверен, что продукты питания, которые он покупает, соответствуют признанным стандартам безопасности и качества независимо от места их производства. В настоящее время стандарты Кодекса распространяются более чем на 100 наименований пестицидов. При разработке технических регламентов Таможенного союза и ЕАЭС используется согласованная евроазиатской комиссией методика оценки риска, реализующая, в частности, подходы, принятые комиссией Codex Alimentarius [27, 148, 118, 137, 190].

В техническом регламенте о безопасности пищевой продукции предусматривается т.н. система безопасности ХАССП (англ. Hazard Analysis and Critical Control Point – НАССР, или ХАССП), представляющая собой систему управления рисками. основополагающим принципом указанной системы является проведение анализа опасностей путём осуществления оценки значимости рисков, уровня опасности на всех этапах жизненного цикла продукции. Применение принципов ХАССП даёт возможность изготовителю проанализировать все этапы производства продукции и предотвратить возможные опасности и риски на конкретном производственном предприятии [111, 204].

В настоящее время вслед за пестицидами в группе наиболее выявляемых в продовольственном сырье и пищевых продуктах токсикантов достаточно прочно удерживаются нитраты [50, 76, 141, 180].

Нитраты представляют собой соли азотной кислоты, которые накапливаются в продуктах питания при избыточном содержании в почве азотных удобрений. Поступая в организм продукты с избыточным содержанием нитратов способны образовывать в нем его метаболиты – нитриты и нитрозосоединения. При этом сам нитрит натрия, являясь пищевой добавкой, широко используется в пищевой промышленности при производстве колбас, мясных и рыбных консервов.

Согласно нормам ВОЗ, допустимой суточной дозой нитратов для взрослого человека является 5 мг на 1 кг массы тела, или не более 350 мг в сутки на взрослого человека средней массой тела 70 кг. Большие дозы нитратов (более 600-650 мг) часто приводят к выраженному отравлению с развитием интоксикации. Через 4-6 ч появляются тошнота, рвота, признаки кислородного голодания (одышка, синюшность слизистых оболочек и кожных покровов), понос. Все это сопровождается слабостью, болями в затылочной области, сердцебиением.

Повсеместно основными источниками поступления нитратов в организм человека являются продукты питания растительного происхождения. До 70 % поступления связано именно с ними, 20 % приходится на воду, 6 % – на мясо и консервированные продукты, остальные нитраты синтезируются в организме эндогенно [246, 247].

Поступающие в организм человека с пищей и водой нитраты в основном всасываются в кишечнике [211, 222, 274]. Часть нитратов под воздействием соляной кислоты в желудке превращается в нитрозамины [254]. При этом около 20 % нитратов, находящихся в плазме крови, концентрируются в слюнных железах и выделяются со слюной. Здесь же, в ротовой полости, под воздействием микробов они переходят в нитриты [215, 283]. Из организма нитраты выделяются, в основном, с мочой, часть выделяемых с желчью и слюной повторно всасываются в кишечнике [254, 236].

Негативные эффекты от воздействия высоких концентраций нитратов, содержащихся в пищевых продуктах, прежде всего, связывают с развитием у человека метгемоглобинемии и тканевой гипоксии. Нитраты в высоких концентрациях обладают также струмигенным действием, т.е. нарушают синтез и секрецию тиреоидных гормонов, подавляя связывание неорганического йода с тиреоглобулином. Повышенное потребление нитратов с пищевыми продуктами может вызывать иммунодепрессивное действие, т.е. способствовать угнетению иммунных реакций. Также нитраты являются предшественниками азота – нитрозосоединений, обладающих канцерогенным и эмбриотоксическим действием [109, 119, 173, 211, 222, 279].

Вместе с этим следует отметить, что токсичность самих нитратов низка, а опасность для здоровья реализуется за счет их превращения в процессе метаболизма в нитриты [221]. Проявление эффекта острой токсичности комплекса нитраты/нитриты является результатом окисления ионов железа  $Fe^{2+}$  молекулы диоксигемоглобина до  $Fe^{3+}$  с образованием, в результате, метгемоглобина, не способного связываться и транспортировать кислород [210, 253].

В основном опасности для человека представляют растительные продукты, содержащие повышенные концентрации нитратов, что связано с внесением больших количеств азотистых удобрений для стимуляции ускоренного роста и увеличения массы сельскохозяйственной продукции. Многочисленные литературные данные по содержанию нитратов в пищевых продуктах указывают, что лидирующее место занимают овощи (свекла, капуста, редис, салат листовой и т.д.), максимальное содержание было зарегистрировано в свекле столовой – 7771 мг/кг. Далее идут фрукты и ягоды (яблоки, груши, сливы, виноград), здесь максимальное содержание нитратов было зарегистрировано в винограде – 142 мг/кг.

По способности накапливать нитраты овощи, плоды и фрукты делятся на 3 группы:

1) с высоким содержанием (до 5000 мг/кг сырой массы): свекла, салат, шпинат, укроп, листовая капуста, редис, зеленый лук, дыни, арбузы;

2) со средним содержанием (300-600 мг): цветная капуста, кабачки, тыква, репа, редька, белокочанная капуста, хрен, морковь, огурцы;

3) с низким содержанием (10-80 мг): брюссельская капуста, горох, щавель, фасоль, картофель, томаты, репчатый лук, фрукты и ягоды.

Следует учитывать, что и продукция животного происхождения также может содержать повышенные концентрации нитратов. Так, при определении содержания нитратов в мясе свинины, их концентрация достигала величины до 200 мг/кг. Напротив, наименьшее количество нитратов отмечалось в молочной продукции которое, как правило, не превышало 6,5 мг/кг [47,122, 125, 135, 141, 219, 225, 230, 232, 233, 251].

Современная гигиеническая оценка содержания нитратов в пищевой продукции, проводимая в специализированных аккредитованных лабораториях, направлена на установление соответствия продуктов питания Техническим регламентам Таможенного союза. В РФ исследования, связанные с содержанием нитратов в продуктах питания, периодически проводятся соответствующими испытательными лабораториями центров гигиены и эпидемиологии. При этом следует отметить, что если продукция фермерских хозяйств, сдаваемая в широкую реализацию, постоянно контролируется государственной санитарной службой на содержание нитратов, то реализация растительной продукции от частных лиц далеко не всегда проходит соответствующий контроль [200, 201, 257].

С учетом изложенного выше материала, проведение гигиенической оценки нитратной контаминации пищевых продуктов на территории РФ путем расчета уровней риска развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов, связанных с употреблением исследуемой продукции, является актуальной задачей, направленной на получение достоверной информации, способствующей продвижению на рынок высококачественной продукции, безопасной для потребления [132, 243].

Основным путем поступления в организм человека токсичных тяжелых металлов (ТМ) являются пищевые продукты. При этом при употреблении



пищевых продуктов, содержащих ТМ даже в пределах допустимых нормативных уровней, создается определенная нагрузка указанными токсическими веществами на организм человека.

Среди загрязнителей пищевых продуктов, выделяются тяжелые металлы (ТМ) в силу их кумулятивных, токсических свойств, а также наличия отдаленных эффектов действия, что представляет существенную опасность для здоровья населения. В связи с этим возникает задача проведения мониторинга содержания ТМ в исходном сырье, на стадиях производственного процесса и контроля качества готовой пищевой продукции. При этом следует учитывать, что ряд ТМ, таких как железо, медь, цинк, кобальт, молибден в определенных микроколичествах крайне необходимы для нормального функционирования организма человека. И наоборот, такие ТМ, как свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, а также их соединения, способны накапливаться в тканях, оказывая вредное воздействие на организм человека, вызывая ряд заболеваний. С учетом этого, во всех видах продовольственного сырья и готовой пищевой продукции нормируются четыре выше названные токсичные элементы. В животном масле, топленых жирах, сочтаных жировых (животных и растительных) продуктах дополнительно нормируется медь и железо; в продуктах переработки растительных масел и животных жиров дополнительно нормируется никель в связи с его использованием в качестве катализатора; а в консервированной продукции (мясной, молочной, фруктово-ягодной), дополнительно регламентируются олово и хром, входящие в состав жестяной тары [4, 5, 66. 174].

Чаще всего ТМ попадают в продукты питания из почвы, что вполне объяснимо, т.к. так как средняя их концентрация составляет до 10 мг на 1 кг почвы. Опасность для здоровья населения, связанная с поступлением ТМ, содержащихся в продуктах питания, находит свое отражение в значительно меньших количествах, чем содержащиеся в почве. Однако большинство ТМ присутствуют не только в почве, но и в атмосферном воздухе, подземных и поверхностных водах. Далее они поступают в растения и животных, которые в дальнейшем представляют собой пищу для человека. При превышении

допустимой физиологической концентрации ТМ в организме может наступить отравление, протекающее в форме острой или хронической интоксикации, а в дальнейшем даже возникнуть эмбриотоксические и канцерогенные эффекты.

Среди высокотоксичных ТМ самыми распространенными элементами, присутствующими в продовольственном сырье и пищевых продуктах, а следовательно, являющиеся наиболее опасными для здоровья человека, считаются свинец (Pb), кадмий (Cd), ртуть (Hg), мышьяк (As).

Тяжелый металл Рb представляет собой элемент, обладающий высокой токсичностью. В переработанных продуктах естественного происхождения (растительных и животных) его содержание не превышает 0,5-1,0 мг/кг. Больше всего свинца содержится в хищных рыбах (в тунце до 2,0 мг/кг), моллюсках и ракообразных (до 10 мг/кг) [22].

Значительное повышение содержания Рb отмечается в продуктах, помещенных в жестяную тару, что связано с использованием в припое определенного количества токсиканта, от которого часто не спасает даже специальное покрытие лаком. В результате в 2-3 % случаев при длительном хранении баночных консервов (более 5 лет) содержание Рb в продукции может накопиться от 3,0 до 5,0 мг/кг, что может представлять явную угрозу для здоровья потребителя.

Механизм токсического действия Рb проявляется в нарушении функциональной активности ферментов организма, представленных сульфгидрильными группами белковых образований. В результате Рb встраивается в сульфгидрильные мостики белков с образованием структуры  $-S-Pb-S-$ , приводящей к дезактивации ферментов.

Известно токсическое действие свинца, проявляющееся во влиянии на сердечно-сосудистую систему, приводящее к развитию гипертонической болезни; влиянии на нервную систему, сопровождающимся головными болями, раздражительностью, утомляемостью, ухудшением памяти, нарушениями сна. У детей влияние на нервную систему проявляется нарушениями когнитивных способностей, что сопровождается замедлением познавательной активности и

интеллектуального развития. Поступление в организм Pb приводит к замещению костного кальция с развитием ломкости костей и потерей трудоспособности.

Учитывая выраженное токсическое действия Pb, в настоящее время установлены его максимальные уровни содержания в продуктах питания:

- молоке и молочных продуктах, в том числе для новорожденных детей – 0,02 мг/кг;
- фруктах, овощах – 0,1 мг/кг;
- мясе крупного рогатого скота, овец и свиней, птицы – 0,1 мг/кг;
- растительных маслах и молочном жире – 0,1 мг/кг;
- зернах злаков, бобах, вине – 0,2 мг/кг;
- субпродуктах крупного рогатого скота, свиней и домашней птицы – 0,5 мг/кг [151].

Следующий токсичный элемент, также обладающий кумулятивным действием, – Hg. С учетом этого в организмах старых животных, хищных рыб данный ТМ может достигать концентрации до 0,7 мг/кг. Также Hg может откладываться в почках животных, достигая содержания 0,2 мг/кг. Из растительных продуктов Hg в высоких концентрациях до 0,1 мг/кг чаще всего содержится в бобах шоколада, какао и орехах. В целом в большинстве анализируемых на содержание Hg продуктах питания концентрация данного ТМ превышает 0,01-0,03 мг/кг [67, 68, 147, 167].

Ртуть, попадая в организм человека в небольших количествах с продуктами питания, обычно выводится из него посредством почек, толстой кишки, желчи, пота и слюны. Вместе с этим, ежедневное длительное употребление продуктов, содержащих ртуть (особенно рыбы), может иметь определенные симптомы интоксикации. При этом отравление ртутью (мы не говорим о случаях острой интоксикации, спровоцированных массивным поступлением ртути в организм) долгое время не проявляется, то есть проходит бессимптомно. Однако со временем начинают появляться такие симптомы интоксикации, как головная боль, головокружение, сонливость, ухудшение памяти и внимания, воспаление десен; выпадение волос, бессонница. Далее состояние здоровья может

ухудшаться, появляются симптомы выраженной интоксикации с неврологическими изменениями, протекающими с нарушением речи, ослаблением памяти, проявлениями беспричинного страха, дрожанием конечностей, нервозностью и сонливостью. Hg, попадая с продуктами в детский организм, может стимулировать изменения в нормальном развитии мозга ребенка. Некоторые последствия хронического действия Hg проявляются только спустя годы и выражаются в хронических патологиях внутренних органов и их систем.

Максимальные уровни содержания Hg в продуктах питания не должны превышать:

- в молоке и кисломолочные изделия – 0,005 мг/кг;
- во фруктах, овощах – 0,02 мг/кг;
- в мясе крупного рогатого скота, овец и свиней, птицы – 0,003 мг/кг;
- в рыбе свежей, свежемороженой – 0,6 мг/кг
- в растительных маслах и молочном жире – 0,03 мг/кг;
- в зернах злаков, бобах – 0,02-0,03 мг/кг;
- в вине, пиве – 0,005 мг/кг [151].

Следующий широко известный токсичный элемент, относящийся к ТМ, – кадмий. Содержание Cd в пищевых продуктах примерно в 5-10 раз меньше, чем Pb, что в среднем составляет от 0,5 до 0,1 мг/кг. Высокие концентрации Cd наблюдаются в почках животных (до 1,0 мг/кг), какао-порошке (до 0,5 мг/кг), рыбе (до 0,2 мг/кг) и, аналогично Pb, в продуктах, длительно содержащихся в консервах из жестяной тары, т. к. Cd и Pb переходит в продукт из некачественно выполненного припоя.

Отмечаются случаи высокого содержания Cd в сельскохозяйственных культурах (овощах, фруктах), а также мясе и молоке животных, выращенных на экологически грязных агропромышленных территориях, в почвах загрязненных ТМ. Cd обладает способностью накапливается в злаковых культурах и листовых овощах при загрязнении почвы содержащими кадмий промышленными отходами. Высокие концентрации Cd обнаруживают в печени взрослых млекопитающих, а также в устрицах.

Несмотря на то, что желудочно-кишечная абсорбция Cd составляет всего 3-8 %, металл легко соединяется с белком мягких тканей, образуя металлотионеин в печени и почках. Подобная аккумуляция Cd в тканях выражается в его конкуренции с другими металлами за соединение с ферментами, нарушении их активности с последующей их денатурацией, что и вызывает токсический эффект в отношении работы почек и печени. Следует отметить, что подобный процесс протекает крайне медленно, хотя и сам Cd задерживается в организме на длительное время. За сутки поступивший в организм Cd выводится лишь на 0,1 %. В результате на протяжении жизни Cd постепенно аккумулируется в паренхиматозных органах, а в организме новорожденных он отсутствует. К симптомам отравления Cd относятся: наличие белка в моче, поражение цнс, нарушения артериального давления, возможность образования камней в почках, а из-за конкуренции с металлом цинком развитие дисфункции в деятельности половых органов [212].

Весьма интересным является сообщение международного коллектива ученых, показавших влияние Cd на смертность и риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с отложением холестерина на стенках сосудов (атеросклерозом). Авторами также показана триггерная роль пищевых продуктов в наличии связи между последующей высокой концентрацией кадмия в моче и уровнем холестерина, как фактора риска развития сердечно-сосудистых заболеваний: ишемической болезни сердца, инсульта, поражения периферических сосудов [276].

Максимальные уровни содержания Cd в продуктах питания следующие:

- молоке и молочных продуктах, в том числе для новорожденных детей – 0,03 мг/кг;
- фруктах, овощах – 0,03 мг/кг;
- мясе крупного рогатого скота, овец и свиней, птицы – 0,05 мг/кг;
- растительных маслах и молочном жире – 0,05 мг/кг;
- зернах злаков, бобах – 0.1 мг/кг;
- в вине, пиве – 0,03 мг/кг [151].

Особый интерес представляет химический элемент мышьяк (As). Источником загрязнения As пищевых продуктов в основном являются выбросы промышленных и военных предприятий электронной промышленности, мышьяксодержащие пестициды, ранее используемые крупными совхозами и колхозами. В настоящее время из-за деятельности человека отмечается катастрофический рост содержания As в почве, воде и продуктах питания, при этом значительного акцента на происхождение содержания металла в сельской или городской среде не указывается. Сегодня As содержится как в растительной (рис, овощи, фрукты), так и в животной пище (куриное мясо, мясные белковые порошки).

Признаками острого отравления As являются схваткообразные боли в животе, понос, рвота, покалывание и судороги в руках и ногах. Хроническое воздействие As, содержащегося в воде и пище, ведет к изменениям в пигментации кожи, гиперкератозам, а впоследствии и раку кожи; к повреждению кровеносных сосудов, нарушению функций нервной системы, раку мочевого пузыря и легких. Более того, даже в небольших концентрациях As обладает эмбриотоксическим действием. Сегодня Международное агентство по изучению рака (МАИР) отнесла мышьяк и соединения мышьяка, содержащиеся в пище и воде, к канцерогенным веществам [208, 209, 226, 227, 262, 263, 277].

Максимальные уровни содержания As в продуктах питания следующие:

- молоке и молочных продуктах, в том числе для новорожденных детей – 0,05 мг/кг;
- фруктах, овощах – 0,2 мг/кг;
- мясе крупного рогатого скота, овец и свиней, птицы – 0,1 мг/кг;
- растительных маслах и молочном жире – 0,1-0,2 мг/кг;
- зернах злаков, бобах – 0,2 мг/кг;
- в вине, пиве – 0,2 мг/кг [151].

### **1.3. Нормативно-правовые основы установления риск ориентированного надзора и оценки риска здоровью населения в условиях химической контаминации объектов окружающей среды и продуктов питания**

Происходящие в последнее время в РФ и за ее пределами глобальные изменения окружающей среды вышли на качественно новый уровень. Во всем мире отмечается рост и развитие современных видов промышленности и транспорта, растет потребление энергии, происходит урбанизация крупных городских агломераций и формирование территориальных агропромышленных комплексов. Подобные изменения не могут проходить бесследно, они сопровождаются процессами интенсивного загрязнения окружающей среды, влияющего на состояние здоровья и заболеваемость населения. В результате фундаментальные и прикладные гигиенические исследования приобретают новое значение, направленное на выявление количественных связей изменения факторов окружающей среды с особенностями нарушения состояния здоровья населения на предпатологическом и патологическом уровнях организма [116, 149]. Однако установление подобных связей сопровождается определенными трудностями, связанными как со значительным многообразием действующих факторов окружающей среды, так и влиянием условий труда, быта, климата, наследственности, качества жизни на состояние здоровья индивида [130].

Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды) и продуктов питания вредными веществами в РФ является предельно-допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в объекте изучения. В общем плане при оценке опасности загрязнения объектов среды химическими веществами следует учитывать, что чем выше класс опасности контролируемых веществ, тем выше опасность загрязнения среды, то есть чем больше фактические уровни содержания контролируемых веществ в объекте (С) по отношению к ПДК, тем больше значение коэффициента опасности (К), превышающего 1.

Основным условием реализации конституционных прав граждан РФ, направленных на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду путем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, является Федеральный Закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [186]. Инструментом, обеспечивающим санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, согласно ФЗ № 52, является Федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор (ФГСЭН). Для принятия решений по управлению в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и охраны здоровья населения надзор должен опираться на надежные современные правовые достижения профилактической медицины. Такими инструментами надзора в последние годы при регулировании отношений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения всё шире выступают риск-ориентированный надзор и оценка риска здоровью населения. Однако использование данного инструмента должно базироваться на наличии признанной и действующей нормативно-правовой базы.

На практике надзор оценки риска используется при регулировании отношений в области обоснования:

- обеспечения нормативов качества среды обитания;
- обеспечения радиационной безопасности;
- обеспечения безопасности потребительской продукции;
- обеспечения территориального планирования, градостроительного зонирования, планировке территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства и реконструкции объектов капитального строительства, эксплуатации и капитальному ремонту зданий и сооружений;
- обеспечения установления, изменения, прекращения функционирования зон с особыми условиями использования территорий;
- обеспечения установления и использованию приаэродромной территории;
- обеспечения установления требований в области охраны окружающей среды при проектных работах и различных видах строительных работ,



оказывающих негативное влияние на окружающую среду при использовании наилучших доступных технологий;

- обеспечения установления правовых основ охраны атмосферного воздуха и реализации конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о её состоянии;

- обеспечения нормативов в сфере водоснабжения и водоотведения;

- обеспечения реализации конституционных прав граждан на благоприятные условия труда (в том числе на основе оценки уровня профессионального риска);

- обеспечения надзора за организацией и осуществлением государственного санитарно-эпидемиологического контроля.

Инструменты надзора по оценке риска и управлению риском сегодня прямо прописаны в федеральных законах:

- ФЗ № 184 от 27.12.2000 «О техническом регулировании» [187];

- ФЗ № 3 от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» [188];

- ФЗ № 197 от 30.12. 2001 «Трудовой кодекс Российской Федерации» [181];

- ФЗ № 3 от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения» [185];

- ФЗ № 294 от 26.12.2008 «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [189].

Формирование нормативно-правовой базы, основанной на методологии оценки риска, сегодня нашло отражение в разработке более двух десятков законодательно утвержденных методических рекомендаций по оценке риска для здоровья населения от воздействия различных факторов. В том числе «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», утвержденное и введенное в действие 05.03.2004 Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко. Однако при использовании полученных результатов специалисты сталкиваются с вполне обоснованными правовыми трудностями. Последнее связано с тем, что в главном Федеральном Законе РФ № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О

санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» на сегодняшний день информация, связанная с управлением и оценкой риска отсутствует [84]. Сложившаяся ситуация затрудняет применение системы оценки рисков для здоровья при осуществлении мероприятий по контролю (надзору) за санитарно-эпидемиологическим благополучием населения [69,70, 86].

В развитых зарубежных странах методология управления оценки риском находит широкое применение. Так, в Европейском союзе внедрены риск-ориентированные подходы в оценке безопасности труда, безопасности продуктов питания и кормов животных, контроля выбросов промышленных предприятий, риска загрязнения воды.

Методология оценки риска, управления риском и информирования о риске широко используется в развитых странах. На уровне Европейского союза принято значительное количество актов, устанавливающих необходимость риск-ориентированных подходов в сфере безопасности труда, безопасности продуктов питания и кормов животных, контроля выбросов промышленных предприятий, риска загрязнения воды [49, 160].

Так, Директива 2001/95/ЕС [229] является законодательным документом, регламентирующим обеспечение безопасности для жизни и здоровья человека при использовании любых видов и категорий продукции в странах Евросоюза, а также определяет полномочия органов надзора за выпуском и реализацией продукции. Согласно данному документу к безопасной продукции относится любая продукция, которая в нормальных и разумно предсказуемых условиях не представляет никакого риска для здоровья или представляет минимальные риски, считающиеся допустимыми. Таким образом, данная директива на законодательном уровне устанавливает общий принцип, основанный на анализе рисков [31, 71, 137, 184].

В законодательстве стран-членов Европейско-Азиатского экономического союза (ЕАЭС) сегодня также закреплён риск-ориентированный подход в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Однако анализ нормативно-правовой базы показал, что в большей степени риск-ориентированная

модель сформирована и функционирует в части ориентации возможного риска причинения вреда здоровью индивидуальных предпринимателей или видов их деятельности, чем риск-ориентированного надзора за продукцией, обращаемой на потребительском рынке [31].

Государственный санитарно-эпидемиологический надзор с применением учета оценки риска осуществляется в Республике Казахстан с 2015 г. в соответствии с кодексом о здоровье народа и системе здравоохранения и предпринимательским кодексом республики только в случае отнесения данного объекта наблюдения к высокой степени риска [152].

В 2016 году риск-ориентированный подход при обеспечении надзора за санитарно-эпидемиологическим благополучием населения был внесен в одноименный закон в Республике Беларусь [142].

Не вызывает сомнений, что каждое государство имеет свои особенности в использовании риск-ориентированного надзора и оценки риска здоровью населения. Однако при принятии коллективных решений необходимо учитывать опыт стран ЕС и ЕАЭС в этой области.

При разработке создания в РФ методологии оценки риска одной из ключевых проблем можно считать необходимость гармонизации отечественных и зарубежных нормативных баз референтных концентраций химических веществ с созданием единых гигиенических нормативов качества окружающей среды.

Перспектива создания единых гигиенических нормативов качества окружающей среды с отменой огромного объема существующих в РФ санитарных норм и правил, в том числе немногих, содержащих обязательные требования по оценке риска, является одним из мотивов внесения в закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии риск-ориентированного подхода, в том числе за условиями химической контаминации объектов окружающей среды и продуктов питания [69,70, 83, 84, 85, 86, 104].

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе выполнения диссертационного исследования были использованы современные санитарно-эпидемиологические, санитарно-гигиенические, химико-аналитические и статистические методы исследования. Показатели количества объектов, методов, материала исследования, также объема выполненных исследований представлены в Таблица 1.

**Таблица 1 – Методы и объем исследований**

Методы исследования	Материалы, объем, количественные показатели
<b>САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗУЧАЕМЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКОЙ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ</b>	
Данные ежегодного санитарно-химического мониторинг анализа исследований (данные отдела СГМ Роспотребнадзора по Саратовской области, регионального экологического комитета, Саратовской межобластной ветеринарной лаборатории за 2010-2020 гг.) уровня загрязнения:	
атмосферного воздуха –	36750 проб
почвы –	7820 проб
воды питьевой –	10260 проб
продуктов питания –	9860 проб
<b>ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОНТАМИНАНТОВ В ОБЪЕКТАХ ОРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ</b>	
Результаты собственных исследований по определению остаточных количеств контаминантов в оценке качества среды обитания населения на территориях ФХ МР и ЛПХ сельских поселений регионов Саратовской области (за 2017-19 гг.):	
химические загрязнители воздуха –	290 проб
химические загрязнители воды –	260 проб
химические загрязнители почвы –	180 проб
химические загрязнители продуктов питания –	260 проб

**Таблица 1 – Методы и объем исследований (окончание)**

Методы исследования	Материалы, объем, количественные показатели
<b>ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАПОЛУЧНЫХ МР САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ</b> (в динамике 10 лет наблюдения)	
<p>Изучение уровня первичной заболеваемости сельского населения на территории региона на основании анализа отчетности по форме N 025/у и учетно-отчетной годовой документации ЛУ по ф.12 за 2015-2019 гг.</p> <p>Анализ первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями в изучаемых районах Саратовской области проводили по данным официальной статистики за 2015-2019 гг. (учетно-отчетная форма № 7 и учетно-отчетная форма № 35, содержащие сведения о заболеваниях и больных злокачественными новообразованиями»)</p>	<p>анализ 12716 форм</p> <p>анализ 3570 форм</p>
<b>РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ</b>	
<p>Оценка данных экспозиции в воздушной среде- расчет показателей HQ – расчет показателей HI – расчет показателей ICR – расчет показателей PCR – Оценка данных экспозиции в водной среде- расчет показателей HQ – расчет показателей HI – расчет показателей ICR – расчет показателей PCR – Оценка данных экспозиции в почве – расчет показателей HQ – расчет показателей HI – расчет показателей ICR – расчет показателей PCR – Оценка данных экспозиции в продуктах питания - расчет показателей HQ – расчет показателей HI – расчет показателей ICR – расчет показателей PCR – Всего –</p>	<p>90 единиц измерений 90 единиц измерений 90 единиц измерений 90 единиц измерений 90 единиц измерений 90 единиц измерений 90 единиц измерений 90 единиц измерений 72 единицы измерений 72 единицы измерений 72 единицы измерений 72 единицы измерений 81 единица измерений 81 единица измерений 81 единица измерений 81 единица измерений 1332 единицы измерений</p>

## 2.1. Санитарно-эпидемиологические методы исследования

Для оценки содержания химических контаминантов в объектах окружающей среды и продуктах питания были использованы ретроспективные источники, предоставленные Роспотребнадзором и Центром гигиены и эпидемиологии по Саратовской области в Государственных докладах «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения региона» за 2010-2020 гг., а также в отчетах Министерства экологии по Саратовской области и данных ФГБУ «Саратовской межобластной ветеринарной лаборатории». Вместе с этим для анализа проведения исследований в регионах области нами были использованы ретроспективные материалы, полученные в результате совместных исследований научных сотрудников Саратовского института сельской гигиены и Саратовского государственного медицинского университета. Собственные исследования по оценке содержания остаточных количеств изучаемых химических контаминантов (нитратов, тяжелых металлов (Pb, Cd, Hg, As), пестицидов (ДДТ, ГХЦГ ( $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана), хлорпирифоса, малатиона, глифосата) в объектах окружающей среды (воде, атмосферных осадках, почве) и местных пищевых продуктах, а также основных вредных примесей (оксида углерода, оксида азота, диоксида серы, бенз(а)пирена, взвешенных веществ и специфических: сероводорода, сероуглерода, фенола, формальдегида, метилмеркаптанов) в атмосферном воздухе экологически неблагоприятных районов региона были выполнены в аккредитованной независимой лаборатории филиала ООО ЦЭП «Экомир» за период наблюдения с 2018-2020 гг.

В результате для дальнейших исследований были сформированы 9 муниципальных районов (МР) Саратовской области, наиболее экологически неблагоприятных по химическому загрязнению окружающей среды и местных продуктов питания. Натурные исследования в данных МР (Балаковском, Дергачевском, Ершовском, Марксовском, Перелюбском, Романовском,

Саратовском, Федоровском и Энгельском) проводились в периоды с 2017 по 2020 гг.

Площади, плотность населения, географические и агропромышленные характеристики изучаемых экологически неблагоприятных МР Саратовской области, включающих фермерские хозяйства (ФХ), расположенные в селитебных зонах МР, численность которых в среднем составляла 20-25 % численности МР, а также ЛПХ сельских поселений МР, где проводился отбор химических контаминантов в объектах окружающей среды и пищевых продуктах, нашли свое отражение в представленных ниже материалах.

Так, в Энгельском районе Саратовской области проживает 309 тыс. человек. Изучение химических контаминантов в объектах окружающей среды и продуктах питания проводилось на примере отбора проб фермерского хозяйства, расположенного на селитебной территории Энгельского муниципального района и в сельском поселении – селе Безымянное. Село с населением 1459 человек расположено в 27 км от Энгельского МР на региональной трассе Р236 протяженностью 324 км (соединяющей г.Саратов с республикой Казахстан) в степной местности левого берега реки Волги. На территории села имеется ряд предприятий: Безымянское дорожно-ремонтное предприятие, предприятие электрических сетей, железнодорожная станция Безымянная Анисовской дистанции пути Саратовского отделения Приволжской железной дороги – филиала ОАО «Российские железные дороги», ООО «Безымянский элеватор», производственное подразделение (ветсанутильзавод) ООО «Биозона» (производство мясокостной и рыбной муки).

В правобережном муниципальном образовании – Саратовском районе с населением 50.319 человек химические загрязнители изучались в объектах окружающей среды фермерского хозяйства, расположенного на селитебной территории МР и в ЛПХ села Багаевка, находящегося в 19 км южнее Саратова у южного склона Будановой горы. Через село протекает река Багаевка. В настоящее время в селе расположены как ЛПХ, занимающиеся овощеводством и скотоводством, так и более крупные хозяйства, в основном возделывающие

пшеницу и в небольшом количестве подсолнечник, рожь просо. Население с. Багаевка составляет 1547 жителей.

Население левобережного Балаковского МР составляет 213 тыс. человек. Объектом наблюдения за содержанием контаминантов были выбраны ФХ селитебной зоны Балаковского МР и ЛПХ села Кормежка, южную границу которого очерчивает река Иргиз, со всех остальных сторон сельское поселение окружено возделывающими посевной материал сельскохозяйственными полями. Численность сельского населения составляет около 1000 человек.

В левобережном Дергачевском МР области проживает 18.300 человек. Под наблюдением за поллютантами находились аграрные объекты ФХ селитебной зоны МР и ЛПХ села Орошаемое, расположенного в степной зоне Сыртовой равнины в месте впадения реки Сафаровка в реку Турмак. Село Орошаемое с населением 670 человек дислоцировано на расстоянии около 20 км к югу от центра – МР Дергачи.

Ершовский МР – один из самых больших агропромышленных районов Саратовской области с населением 54,6 тыс человек, площадью в 4,3 тыс.кв.км. расположен в центральном левобережье Сыртовской равнины в степной зоне. Объектами изучения содержания химических поллютантов в атмосферном воздухе, почве, питьевой воде и пищевых продуктах были выбраны ФХ селитебной зоны МР и ЛПХ поселка Октябрьский с населением около 2000 человек. Через территорию поселка проходят местные автомобильные дороги, расположенные вдоль Ерусланского оросительно-обводнительного канала, образованного слиянием трех рек: Большой Узень, Малый Узень, Большой Кушум и их притоками. К поселку прилегают сельскохозяйственные угодья, на которых выращивают твердые сорта пшеницы, на лугах продукцию животноводства, работающие на опытные хозяйства ОПХ «Ершовское». В поселке развита пищевая промышленность, производство строительных материалов. Рядом с поселком имеется крупное месторождение щебня.

Ещё одним крупным муниципальным районным центром Саратовской области, расположенным на левом берегу реки Волга, является Марковский МР,



с население 63.000 человек. В двух километрах от Марковского МР находится село Васильевское Зоринского сельского поселения с населением около 500 человек, занятое воспроизводством сельскохозяйственной продукции и явившееся местом изучения контаминации ЛПХ химическими веществами объектов окружающей среды и продуктов питания.

Перелюбский МР Саратовской области с населением 13.600 человек находится на левом берегу реки Волги и граничит с республикой Казахстан. Объектами изучения влияния химических загрязнений были выбраны ФХ МР и ЛПХ заволжского поселка Молодежный, расположенного в пойме правой стороны долины реки Камелик, в результате чего на пойменных черноземных землях успешно развивается сельскохозяйственная овощеводческая продукция и, в основном, овцеводство. Через поселок проходят автомобильные дороги, соединяющие города Саратов, Пугачев, Самара. Население, проживающее в поселке Молодежный, составляет около 1000 человек.

Самым западным районом Саратовской области является Романовский МР с населением 14.000 человек и территорией 1,3 тыс.кв.км. Объектом изучения влияния химических загрязнений данного МР явились ФХ его селитебной зоны и ЛПХ поселка Романовка. Поселок расположен на правом берегу реки Волга в пределах равнины бассейна реки Карай, притока реки Хопер. В результате богатством данного МР является наличие высокопродуктивных черноземных почв, используемых в фермерском сельскохозяйственном производстве зерновых, подсолнечника, сахарной свеклы, мяса, молока, а в ЛПХ хозяйствах картофеля, лука, а также мелкого и крупного рогатого скота. Через территорию поселка проходит асфальтированная автомагистраль с высокой загрузкой. Население поселка Романовка составляет около 1500 человек. На территории поселка расположены: асфальтовый завод, комбинат хлебопродуктов, молокозавод.

Федоровский МР с населением 19 тыс человек относится к левобережным районам Саратовской области. Объектом изучения влияния химических загрязнений данного МР были выбраны ФХ селитебной зоны

агропромышленного района и ЛПХ села Первомайское, расположенного у истока реки Большой Караман. Главной отраслью села, как и всего района в целом, является интенсивное сельское хозяйство, направленное на производство высококачественного товарного зерна, подсолнечника и мясо-молочной продукции. На территории села Первомайское проживает 940 человек, которые частично работают на небольшом предприятии пищевой промышленности и элеваторе. Рядом с селом разведаны и разрабатываются крупные месторождения нефтепродуктов.

## **2.2. Санитарно-гигиенические методы исследования**

Использование данных методов исследования позволило провести объективную количественную гигиеническую оценку загрязнения объектов окружающей среды и пищевых продуктов на изучаемых территориях Саратовской области.

Показатели загрязнения атмосферного воздуха на территории области за 2010-2020 гг. оценивались из статистических данных отчетных форм 2-ТП (воздух), представленных в органы Госстатистики органами регионального экологического надзора, Управлением Росприроднадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области». Ежегодный мониторинг изучения выбросов химических веществ в атмосферный воздух осуществлялся на стационарных точках (не менее 30-ти) в зоне влияния крупных промышленных предприятий и на ведущих автомагистралях стационарных постов «Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Анализ осуществлялся по ежегодному исследованию от 4500 до 5000 проб на выявление содержания вредных примесей в атмосферном воздухе по РД 52.04 186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». Контролю подвергались как основные вредные примеси атмосферного воздуха: оксиды углерода и азота, диоксиды серы, бенз(а)пирена, взвешенных веществ; так и специфические загрязнители: сероводород, сероуглерод, фенол, формальдегид, метилмеркаптаны.

Степень загрязнения атмосферного воздуха МР и сельских населенных мест (сел, деревень) оценивали общепринятыми методами с использованием показателя комплексного индекса загрязнения атмосферы города (КИЗА). Методика основана на количественной оценке уровня загрязнения атмосферы, создаваемого приоритетными веществами (обычно не менее пяти), присутствующими в атмосфере города. При этом, как правило, используются следующие показатели качества воздуха населенных мест:

а) количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы отдельной примесью ИЗА (единичные индексы загрязнения атмосферы одной примесью), представляющей долевое отношение среднегодовой концентрации примеси к ее ПДКсс. При расчете ИЗА учитывается класс опасности анализируемого вещества и вводятся поправочные коэффициенты. Так, если вещество относится к 1 классу опасности, поправочный коэффициент – 1,7, ко 2-му – 1,3; к 3-му – 1,0 и 4-му – 0,9.

б) при расчете КИЗА производится суммация полученных показателей отдельных примесей ИЗА.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в зависимости от значений показателя качества атмосферного воздуха КИЗА оценивали следующим образом: низкий от 0 до 4; повышенный от 5 до 6; высокий от 7 до 13; очень высокий  $\geq 14$  [26].

Качество питьевой воды, прошедшей водоподготовку в системах централизованного, децентрализованного и локального водоснабжения, организованного в исследуемых экологически неблагополучных регионах, анализировали по данным мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» за период с 2010 по 2020 гг., а также результатам собственных исследований, проводившихся в 2018-2020 гг. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» ежегодно отбирал и мониторировал по органолептическим, химическим и эпидемиологическим показателям от 2000 до 3500 проб питьевой воды, не менее чем в 339 контрольных точках: перед подачей в сеть и непосредственно в

распределительной сети. Наряду с оценкой проб воды по стандартным санитарно-химическим показателям (цветность, мутность, жесткость, хлориды, сульфаты, сухой остаток, нитраты, аммиак, железо, марганец, бор, медь, цинк) в пробах исследуемой воды, подаваемой населению обследуемых районов, нами дополнительно проводился забор воды для определения содержания в ней тяжелых металлов (свинец, ртуть, мышьяк, кадий) и ряда пестицидов (ДДТ, ГХЦГ ( $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана), хлорпирифоса, малатиона, глифосата).

Ежегодно сотрудниками ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» на 192 мониторинговых точках проводился анализ более 2000 проб почвы по санитарно-химическим (бенз(а)пирену, нефтепродуктам, формальдегиду, содержанию нитратов и тяжелых металлов), микробиологическим и паразитологическим показателям. Наряду со стационарными контрольными точками, расположенными в селитебной, рекреационной, промышленной и транспортной зонах и используемыми ФБУЗом «Центр гигиены и эпидемиологии» для мониторинговых исследований, нами дополнительно проводился отбор проб почвы на наличие содержания в ней химических контаминантов, используемых на сельскохозяйственных угодьях экологически неблагоприятных районов области.

Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов проводилась расчетным методом. Комплексный показатель загрязнения почвы ( $Z_c$ ) на территориях наблюдения определялся по формуле:

$$Z_c = \sum_1^n K_{ci} - (n - 1)$$

где  $K_{ci}$  – коэффициент концентрации  $i$ -ого элемента в пробе с превышениями ПДК;

$$K_c = C/C_{\phi}$$

где  $n$  – число учитываемых элементов

В качестве фонового содержания химических элементов использовали региональные значения концентраций элементов в почвах. При отсутствии фоновых значений используется кларк элемента или ПДК.

Оценка наличия химических поллютантов в пищевых продуктах местного производства была основана на использовании ретроспективных данных, предоставленных в отчетах Центра гигиены и эпидемиологии по Саратовской области, ФГБУ «Саратовская межобластная ветеринарная лаборатория», а также результатов собственных исследований. Загрязнение химическими контаминантами продуктов питания напрямую было связано с повышенным содержанием поллютантов в объектах окружающей среды (воздухе, воде и почве).

Основные группы местных продуктов питания подвергали анализу на соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза (ТР ТС 021/2011) «О безопасности пищевой продукции». При этом количество исследуемых проб при проведении специальных исследований, связанных с определением содержания контаминантов в пищевых продуктах, регламентировалось оценкой экспозиции их потребления населением. Так, при потреблении пищевых продуктов до 10 кг в год, необходимо было провести отбор не менее 10 проб; при потреблении в год от 10 до 49 кг пищевой продукции, количество проб должно быть не менее 20 проб; при потреблении более 50 кг в год – количество проб должно составлять не менее 30.

Параллельно аналитическим исследованиям нами было проведено анкетирование местных жителей: 270 человек, занимающихся производством пищевой продукции в ЛПХ и 380-ти, производящих продукцию в ФХ на предмет частоты употребления собственно производимой пищевой продукции и ее соответствия современным требованиям здорового питания (согласно Приказу МЗ РФ № 614 от 19.08.2016 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания»).

### 2.3. Химико-аналитические методы исследования

Химико-аналитическое исследование содержания поллютантов в объектах окружающей среды (почве, воде, воздухе) и продуктах питания проводили в аккредитованной лаборатории филиала ООО ЦЭП «Экомир».

Содержания остаточных количеств хлорорганических (ДДТ, ГХЦГ, хлорпирифоса) и фосфорорганических ядохимикатов (малатиона, глифосата) определяли в воде (атмосферных осадках – снежном покрове), почве и местных пищевых продуктах экологически неблагоприятных районов региона. При этом проводилась сравнительная оценка содержания пестицидов как в продуктах, выращенных на фермерских полях, так и в условиях ЛПХ.

Отобранные пробы местных продуктов питания (массой от 300,0 до 500,0 г), включающие хлеб, мясо, коровье молоко, овощи, упаковывались в полиэтиленовые мешки, молоко – в стерильную стеклянную посуду и в охлажденном виде в термоконтейнерах не позднее 36 часов доставлялись в лабораторию.

Определение содержания пестицидов в почве, воде и пищевых продуктах проводили методом тонкослойной хроматографии на силикагелевых аналитических пластинах толщиной 90-120 мкм ( $\pm 5$  мкм). Пластины ПТСХ-АФ-А, фирмы Sorbfil были изготовлены из алюминиевой фольги, покрытой нанесенным и закрепленным рабочим слоем микрофракционированного сорбента силикагеля. Однако, если остаточные количества пестицидов дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ), гексахлорциклогексана (ГХЦГ) в объектах окружающей среды и продуктах питания были в концентрациях менее 0,05 мг/кг, проводились дополнительные исследования с использованием метода газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Хроматэк Кристалл» с более чувствительным электрозахватным измерительным детектором.

Аналитическое определение содержания в почве, воде и продуктах питания тяжелых металлов (свинца, кобальта, мышьяка) проводили на анализаторе "ИВА-5, путем применения адсорбционной инверсионной вольтамперометрии.

Содержание четвертого изучаемого тяжелого металла – ртути в исследуемых образцах определяли методом беспламенной атомно-абсорбционной спектроскопии с предварительной минерализацией пробы под давлением на анализаторе «РА 915 М» с пиролизической приставкой РП-92.

Определение нитратов в исследуемых объектах проводили потенциометрическим методом на анализаторе «Микон-2», используя лабораторный комплект на базе фотометра «Эксперт-001-3(0.1)» с ионселективными электродами.

Оценка безопасности воздушной среды на агропромышленных объектах, крупных дорожных магистралях, проходящих через населенные пункты мест проживания сельских жителей, проводилась путем отбора проб воздуха на содержание взвешенных веществ – оксидов углерода и азота, диоксида серы, бенз(а)пирена, фенола, формальдегида, алифатических углеводородов, сероводорода, сероуглерода, аэрозолей масла минерального нефтепродуктов, триоксида дижелеза. Пробы отбирались с помощью пробоотборных устройств, сорбентом служил активированный уголь. Химико-аналитическое исследование проводили методами газовой хроматомасс-спектрометрии и спектрофотометрии.

#### **2.4. Методы оценки состояния здоровья сельского населения, проживающего в экологически неблагополучных районах области**

Состояние здоровья сельского населения, проживающего на территориях ФХ МР и ЛПХ сельских поселений экологически неблагополучных районов области, изучали по данным статистических отчетных форм за период наблюдения с 2015 по 2019 гг.

Структуру и динамику первичной заболеваемости сельского населения изучали ретроспективно, проводя кластерный анализ на основании выборки территориального проживания аграриев в населенных пунктах фермерских и ЛПХ 9-ти экологически неблагополучных МР региона. Анализ проводился по данным статистической отчетности МЗ Саратовской области ф.№12 «Сведения о

числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения», а также на основании исследования медкарты пациентов по форме 025/у при получении помощи в амбулаторных условиях. Распространенность заболеваний по классам болезней сельских жителей оценивали согласно МКБ X пересмотра.

## **2.5. Методы оценки риска для здоровья населения, связанные с химической контаминацией объектов окружающей среды и продуктов питания**

Риски для здоровья населения от потенциального воздействия контаминантов в окружающей среде и местных пищевых продуктах оценивали согласно Методическим указаниям (МУ 2.3.7.2519-09) и Руководству по оценке риска (Р 2.1.10.1920-04). Для расчёта экспозиции и HQ использовали медиану и 90-й перцентиль содержания контаминантов в местных пищевых продуктах. Анализ суммарных HI для изучаемых приоритетных химических поллютантов, содержащихся в объектах окружающей среды и местных пищевых продуктах, рассчитывался по однонаправленному избирательному действию на органы и системы организма при их поступлении. Расчёт индивидуального CR проводился на основе данных величины экспозиции и фактора канцерогенного потенциала конкретного химического канцерогена. В связи с отсутствием в Руководстве по оценке риска (Р 2.1.10.1920-04) данных по фактору канцерогенного потенциала в отношении хлорпирифоса и малатиона оценка CR для данных пестицидов в местных продуктах питания не проводилась. Определение величин популяционных PCR, отражающих дополнительное число раковых заболеваний (к фону новообразований), которые могут возникнуть при воздействии поллютантов, определяли произведением CR на численность населения в исследуемой популяции (POP).



## 2.6. Статистические методы исследования

Материалы исследования были обработаны статистически с помощью пакета прикладных программ STATISTICA, версия 10.0 для MS Windows. Сформированный в результате исследований массив данных проходил проверку на нормальность распределения по критерию Колмогорова-Смирнова и графику проверки распределения на нормальность. Результаты исследования представляли в зависимости от характера распределения. При нормальном распределении причинно-следственных зависимостей между изучаемыми факторами и нарушениями здоровья сельских жителей, использовали параметрические методы – коэффициент взаимной сопряженности Pearson (среднее арифметическое и его стандартная ошибка –  $M \pm m$ ). Напротив, при отсутствии нормального распределения зависимостей, использовали непараметрические показатели – коэффициент корреляции рангов Spearman (медиана, 1 и 3 квартилей –  $Me [Q1-Q3]$ ). Для выявления статистически значимых различий в сравниваемых группах при параметрическом методе (метод Стьюдента) проводили расчет ошибки репрезентативности и коэффициента Стьюдента, при непараметрическом методе определяли коэффициенты ранговой корреляции  $r$ -Спирмена.

### **ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Принятый в Российской Федерации 10 января 2002 года (ФЗ-№ 7) Федеральный закон № 7 РФ « Об охране окружающей среды», вот уже почти двадцать лет находится в стадии ряда современных доработок, позволяющих внести значительное количество поправок, поясняющих и регламентирующих новые экологические определения, связанные с негативным воздействием техногенной и хозяйственной деятельности человека, результаты и последствия которых позволяют привести к возникновению существенных изменений качества окружающей среды. Несмотря на то, что действующий закон сегодня не содержит понятие «чрезвычайная экологическая ситуация», а в соответствии со статьей 57 ФЗ-№ 7 современный порядок установления зон экологического бедствия является прерогативой полномочий органов государственной власти и местного самоуправления, появившиеся к действующему ФЗ дополнения (статья 42 в редакции Федерального закона от 27.12.2019 № 453-ФЗ-№ 7 «Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении деятельности в сфере сельского хозяйства»; статья 49 в ред. Федерального закона от 27.12.2019 № 453-ФЗ-№ 7 «Требования в области охраны окружающей среды при использовании химических веществ в сельском хозяйстве») в значительной степени направлены на соблюдение требований по охране окружающей среды при проведении сельскохозяйственных мероприятий, особенно с использованием химических веществ. При этом в выше приводимых дополнениях к ФЗ-7 делается акцент, как для юридических, так и физических лиц по обязательному выполнению правил производства, хранения, транспортировки, а также применения химических веществ, используемых в сельском хозяйстве, направленных на принятие мер по предупреждению негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности и

ликвидации вредных последствий воздействия на качество окружающей среды, устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохранение природных ландшафтов в соответствии с законодательством Российской Федерации. В документе указывается и на запрет использования в современном сельском хозяйстве токсичных химических препаратов, не подвергающихся распаду.

Вместе с этим, при выборе объектов изучения для проведения нами санитарно-гигиенических исследований, мы в должной степени опирались на многолетний осуществляемый в Саратовской области мониторинг по оценке экологической обстановки на территориях различных контролируемых зон региона. При этом акцент делался на накопленные информационные данные по содержанию в окружающей среде (особенно в почве, воде водоемов и местных продуктах питания) высокотоксичных контаминантов, обладающих выраженной стабильностью, способностью к кумуляции, а в условиях протекания деструкции, возможной трансформацией в более токсичные соединения.

Как известно, территория области, расположенная в Приволжском Федеральном округе, наряду с г. Саратов, включает 39 административных районов. С целью формирования Федерального информационного фонда на территории региона проводится мониторинговый эколого-гигиенический контроль с отбором и анализом проб факторов среды обитания, позволяющий провести идентификацию основных загрязняющих веществ в объектах окружающей среды, в том числе в местах проживания сельских жителей Саратовской области.

Систему Государственную мониторинга за загрязнениями окружающей среды на территории Саратовской области осуществляют ряд государственных организаций:

- Министерство природных ресурсов и экологии по Саратовской области;
- Саратовский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, являющийся филиалом Федерального государственного бюджетного

учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»;

- Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области».

Следует подчеркнуть ведущую роль данных государственных организаций в предоставлении собранных ими информационно-аналитических данных, в виде ежегодно издаваемой для заинтересованных лиц и специалистов области печатной продукции в виде ведомственных докладов и отчетов.

На основании отчетов, представленных перечисленными организациями, за составом и объемом выбросов вредных химических веществ (ежегодно от 22 тыс. до 25 тыс. исследований) нами был проведен мониторинговый анализ, позволяющий идентифицировать основные загрязняющие вещества в объектах окружающей среды всех районных центров территории Саратовской области на протяжении 2010-2020 гг., в том числе и в местах проживания сельских жителей. Так, на 01.01.2021 численность населения области составила 2395,1 тыс. человек (8,2 % населения ПФО и 1,6 % населения РФ). При этом половина населения области проживает в трех городах: Саратов (830,2 тыс. человек), Энгельс (226,1 тыс. человек) и Балаково (186,0 тыс. человек). Общее количество городского населения составляет 1813,4 тыс. человек (75,7 %), сельского – 581,7 тыс. человек (24,3 %). Плотность населения Саратовской области – 23,7 человека на 1 км<sup>2</sup>.

С учетом анализа документов, представленных местными природоохранными органами, Минздравом и Роспотребнадзором по Саратовской области, материалов, полученных из отчетов и публикаций научно-исследовательских институтов, лабораторий высших учебных учреждений, а также руководствуясь при этом целостным единым подходом, позволяющим ранжировать обследуемые территории по степени экологического неблагополучия. В результате к последним, имеющим наибольшую степень загрязнения химическими веществами объектов окружающей среды и местных продуктов питания, были отнесены 9 МР региона: Балаковский, Дергачевский, Ершовский, Марксовский, Перелюбский, Романовский, Саратовский,

Федоровский и Энгельский. На территории обследуемых МР проживает 753,9 тыс. чел, из них в сельской местности – 188,5 тыс. человек, что составляет 32,4 % всего сельского населения области.

С гигиенических позиций изучение влияния факторов окружающей среды на здоровье человека является приоритетным, определяющим риски воздействия загрязнения на здоровье населения. В свою очередь, риски для здоровья населения, прежде всего, формируются за счет загрязнения атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды и продуктов питания.

### **3.1. Содержание химических загрязнителей в атмосферном воздухе фермерских хозяйств муниципальных районных центров и обследуемых личных подсобных хозяйств экологически неблагополучных регионов Саратовской области**

Анализ качества атмосферного воздуха в МР области проводили по данным, полученным при мониторинговых исследованиях (2010-2020 гг.) на стационарных постах (ПНЗ) государственной сети наблюдений. Подобные исследования проводятся ежедневно с периодичностью шесть дней в неделю, 3 раза в сутки. Дополнительно при выявлении в муниципальных районных центрах значительного количества проб с превышением ПДК химических веществ в атмосферном воздухе были организованы совместные с ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии по Саратовской области» единичные заборы на количественное выявление аналогичных контаминантов непосредственно в местах сельских поселений, изучаемых экологически неблагополучных регионов. Исследования проводились согласно приложению 6.2 к Инструкции по организации и проведению ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии по Саратовской области» и его филиалами в районах области санитарно-гигиенического отбора проб воздуха на содержание химических загрязнителей. За образец проведения подобных исследований в районах, удаленных от источников загрязнения (в т. н. фоновых районах) был использован ранее применявшийся в СССР опыт фоновых

наблюдений по специальной программе фонового экологического мониторинга, проводившийся в биосферных заповедниках и на заповедных территориях. В этих условиях наблюдения проводятся за всеми примесями, уровни которых превышают ПДК, что позволяет выявить особенности отклика биоты на воздействия фоновых концентраций загрязняющих веществ. Как правило, в обязательном порядке измеряют основные, наиболее часто встречающиеся загрязняющие воздух вещества: пыль, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота. Выбор других веществ, требующих контроля, определяется спецификой производства и выбросов в данной местности, частотой превышения ПДК. Наряду с измерением состояния загрязнения атмосферного воздуха на фоновых станциях для получения репрезентативной информации о пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха производятся также метеорологические измерения направления, скорости движения ветра, температуры и атмосферного давления. Такой метод обследования называется рекогносцировочным. Отбор проб воздуха атмосферы населенных мест проводили по ГОСТ 17.2.3.01-86 на аэрозольные фильтры АФА-ХП-20 или АФА-ВП-20, установленные в двух параллельных каналах электроасpirатора АВА-3 при расходе воздуха через один канал не более 140 дм<sup>3</sup>/мин. Условиями для отбора проб воздуха служили: отсутствие атмосферных осадков; а также правильное расположение входных отверстий пробоотборников, обращенное на подветренную сторону и вдали от препятствий (заборов, стен, деревьев). Разовые отборы проб воздуха проводили в течение 20-30 мин, а среднесуточные дискретно по 30 мин не менее 4 раз в сутки. Экспонированные фильтры упаковывали в бумажные маркированные пакеты и хранили в сухом помещении или в холодильнике не более 30 суток.

В соответствии с местоположением посты наблюдения за атмосферными выбросами условно подразделяются на «городские фоновые», расположенные в жилых районах, «промышленные» вблизи крупных источников выбросов предприятий и «авто» – вблизи автомагистралей или в районах с интенсивным движением автотранспорта. Однако следует отметить, что подобное деление на территории Саратовской агломерации весьма условно, так как застройка

городской территории и размещение промышленных предприятий не позволяют сделать четкого разделения районов.

Уровень загрязнения атмосферы в РФ анализируется путем сравнительной оценки концентрации примеси и ее гигиенического норматива – ПДК в атмосферном воздухе.

Средний суммарный процент нестандартных проб основных загрязняющих вещества в атмосферном воздухе муниципальных районов экологически неблагоприятных территорий Саратовской области, за период выполнения исследования с 2010 по 2020 гг. представлены в Таблице 3.1.1.

Из данных, представленных в Таблице 3.1.1, следует, что за период с 2010 по 2020 годы доля проб атмосферного воздуха с превышением предельно допустимых концентраций химических загрязнителей на изучаемых экологически неблагоприятных территориях Саратовской области, колебалась от 1,4 % до 3,8 %, что в целом соответствует степени загрязнения атмосферного воздуха других населенных пунктов регионов России [58, 59, 60, 61, 62, 63, 123].

**Таблица 3.1.1 – Процент проб с превышением ПДК в атмосферном воздухе муниципальных районов экологически неблагоприятных территорий Саратовской области**

Муниципальные районы экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Доля проб атмосферного воздуха превышающих ПДК (в %) по годам наблюдения на территориях экологически неблагоприятных районов Саратовской области										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Энгельсский р-н	2,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,6	1,8	2,6	1,8	2,0	2,2
Саратовский р-н	1,9	2,6	3,2	2,8	2,3	3,1	3,8	3,3	3,0	2,8	2,9
Балаковский р-н	2,4	2,0	1,8	2,2	1,6	1,8	2,0	1,6	2,6	2,0	2,4
Дергачевский р-н	1,8	1,8	2,1	2,1	2,1	2,2	1,6	2,0	2,4	2,2	1,9
Ершовский р-н	1,2	1,8	2,0	1,9	2,1	2,1	2,1	1,9	1,8	2,1	2,0
Марковский р-н	1,9	2,0	2,2	2,4	2,3	2,8	1,8	1,9	1,8	2,2	2,5
Перелюбский р-н	1,1	0,8	1,7	1,6	2,0	1,6	1,5	1,4	1,8	1,9	1,7
Романовский р-н	1,7	1,8	1,5	1,7	2,1	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9
Федоровский р-н р.п. Мокроус	1,9	2,2	2,1	2,2	2,4	2,2	1,9	1,9	1,9	2,1	2,2

При этом приоритетными контаминантами в воздухе МР экологически неблагоприятных территорий Саратовской области, определяющими загрязнение атмосферы в селитебной зоне ФХ и в дальнейшем, используемые для расчета КИЗА оказались: пыль (взвешенные вещества), оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, сажа (углерод черный), бенз(а)пирен, тяжелые металлы (Pb, Cd, As, Hg) и хлорорганические ядохимикаты (ДДТ и ГХЦГ). Среднесуточные концентрации и доли ПДК приоритетных химических веществ в атмосферном воздухе ФХ агропромышленных муниципальных районов представлены в Таблицах 3.1.2 и 3.1.3.

В настоящее время ПДК и классы опасности содержания веществ в атмосферном воздухе анализируются согласно Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ № 165 от 22.12.2017.



**Таблица 3.1.2 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК исследуемых веществ в атмосферном воздухе на территориях фермерских хозяйств муниципальных районов экологически неблагоприятных территорий Саратовской области**

Муниципальные районы экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации ксенобиотиков в атмосферном воздухе фермерских хозяйств муниципальных районов региона (2010-20 гг)					
	Пыль (взвеш. веществ)- (ПДК 0,15 мг/м <sup>3</sup> ; III к.о.)	Оксид углерода (ПДК 3,0 мг/м <sup>3</sup> ; IY к.о.)	Диоксид серы (ПДК 0,05 мг/м <sup>3</sup> ; II к.о.)	Диоксид азота (ПДК 0,04 мг/м <sup>3</sup> ; II к.о.)	Сажа (углерод черный) (ПДК 0,05 мг/м <sup>3</sup> ; III к.о.)	Бенз(а)пирен (ПДК 1*10 <sup>-6</sup> мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)
Саратовский муниципальный район	<b>0,2±0,04</b> (1,3 пдк)	<b>3,5±0,7</b> (1,2 пдк)	0,02±0,01 (0,4 пдк)	<b>0,064±0,007</b> (1,6 пдк)	<b>0,065±0,002</b> (1,3 пдк)	6*10 <sup>-7</sup> ±0,1 <sup>-8</sup> (0,6 пдк)
Энгельсский район	<b>0,22±0,05</b> (1,4 пдк)	<b>3,3±0,6</b> (1,1 пдк)	<b>0,12±0,08</b> (2,4 пдк)	<b>0,056±0,005</b> (1,4 пдк)	<b>0,07±0,004</b> (1,4 пдк)	<b>1,5*10<sup>-6</sup>±0,4<sup>-8</sup></b> (1,5 пдк)
Балаковский район	<b>0,44±0,09</b> (2,9 пдк)	<b>3,9±0,9</b> (1,3 пдк)	0,01±0,007 (0,15 пдк)	<b>0,068±0,006</b> (1,7 пдк)	<b>0,070±0,006</b> (1,4 пдк)	<b>1,3*10<sup>-6</sup>±0,1<sup>-8</sup></b> (1,3 пдк)
Дергачевский район	<b>0,40±0,08</b> (2,7 пдк)	1,1±0,2 (0,3 пдк)	0,01±0,006 (0,15 пдк)	0,004±0,0001 (0,1 пдк)	0,005±0,0008 (0,1 пдк)	1*10 <sup>-7</sup> ±0,1 <sup>-8</sup> (0,1 пдк)
Ершовский район	<b>0,27±0,06</b> (1,8 пдк)	1,7±0,3 (0,6 пдк)	0,04±0,015 (0,8 пдк)	0,004±0,0001 (0,1 пдк)	0,0015±0,0003 (0,3 пдк)	5*10 <sup>-7</sup> ±0,1 <sup>-8</sup> (0,5 пдк)
Марковский район	<b>0,24±0,06</b> (1,6 пдк)	<b>3,2±0,2</b> (1,1 пдк)	0,01±0,008 (0,15 пдк)	<b>0,064±0,007</b> (1,6 пдк)	<b>0,075±0,006</b> (1,5 пдк)	<b>1,2*10<sup>-6</sup>±0,10<sup>-8</sup></b> (1,2 пдк)
Перелобский район	<b>0,42±0,11</b> (2,8 пдк)	1,50±0,2 (0,5 пдк)	0,02±0,01 (0,4 пдк)	0,004±0,0001 (0,1 пдк)	0,001±0,0002 (0,2 пдк)	3*10 <sup>-7</sup> ±0,1 <sup>-8</sup> (0,3 пдк)
Романовский район	<b>0,29±0,07</b> (1,9 пдк)	1,6±0,3 (0,5 пдк)	0,03±0,01 (0,6 пдк)	0,016±0,0003 (0,4 пдк)	0,004±0,0005 (0,4 пдк)	5*10 <sup>-7</sup> ±0,1 <sup>-8</sup> (0,5 пдк)
Федоровский район р.п.Мокроус	<b>0,27±0,06</b> (1,8 пдк)	1,50±0,2 (0,5 пдк)	0,02±0,01 (0,4 пдк)	0,016±0,0005 (0,4 пдк)	<b>0,060±0,004</b> (1,2 пдк)	3*10 <sup>-7</sup> ±0,1 <sup>-8</sup> (0,3 пдк)

**Таблица 3.1.3 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов в атмосферном воздухе на территориях фермерских хозяйств агропромышленных муниципальных районов экологически неблагоприятных регионов Саратовской области**

Муниципальные районы экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации тяжелых металлов и пестицидов в атмосферном воздухе фермерских хозяйств муниципальных районов. (2010-20 гг)					
	Pb (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)	Cd (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)	As (ПДК 0,003 мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)	Hg (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)	ДДТ ПДК 0,001 мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)	ГХЦГ ПДК 0,005 мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)
Саратовский муниципальный район	0,00005± 0,000008 (0,17 пдк)	0,000005± 0,0000008 (0,17 пдк)	0,0010± 0,00002 (0,3 пдк)	0,00001± 0,000006 (0,03 пдк)	0,00036± 0,000025 (0,36 пдк)	0,0013± 0,0005 (0,26 пдк)
Энгельсский район	0,00005± 0,000007 (0,17пдк)	0,000005± 0,0000008 (0,17 пдк)	0,0015± 0,000035 (0,5 пдк)	0,00001± 0,000006 (0,03 пдк)	0,00016± 0,000008 (0,16 пдк)	0,00065± 0,000025 (0,13 пдк)
Балаковский район	0,00005± 0,000008 (0,17 пдк)	0,000005± 0,0000008 (0,17 пдк)	0,0018± 0,000042 (0,6 пдк)	0,00001± 0,000008 (0,03 пдк)	0,00016± 0,000010 (0,16 пдк)	0,00048± 0,000023 (0,16 пдк)
Дергачевский район	0,00001± 0,000004 (0,03 пдк)	0,00001± 0,000004 (0,03 пдк)	0,0009± 0,00004 (0,3пдк)	0,00001± 0,000006 (0,03 пдк)	0,00018± 0,000012 (0,18 пдк)	0,00068± 0,000025 (0,1 пдк)
Ершовский район	0,00002± 0,000006 (0,07 пдк)	0,00001± 0,000007 (0,03 пдк)	0,0008± 0,00002 (0,27 пдк)	0,00001± 0,000006 (0,03 пдк)	0,00029± 0,000019 (0,29 пдк)	0,0018± 0,0006 (0,36 пдк)
Марковский район	0,00004± 0,000007 (0,13 пдк)	0,000004± 0,0000007 (0,13 пдк)	0,0018± 0,000046 (0,6 пдк)	0,00001± 0,000005 (0,03 пдк)	0,00015± 0,000014 (0,15 пдк)	0,00052± 0,000018 (0,1 пдк)
Перелобский район	0,00001± 0,000002 (0,03 пдк)	0,000001± 0,000006 (0,03 пдк)	0,0007± 0,00005 (0,23 пдк)	0,00001± 0,000005 (0,03 пдк)	0,00031± 0,000021 (0,31 пдк)	0,0024± 0,0005 (0,48 пдк)
Романовский р-он	0,00003± 0,000004 (0,1 пдк)	0,00001± 0,000008 (0,03 пдк)	0,0012± 0,00002 (0,4 пдк)	0,00001± 0,000006 (0,03 пдк)	0,00033± 0,000022 (0,33 пдк)	0,0018± 0,0004 (0,36 пдк)
Федоровский р-н	0,00001± 0,000004 (0,03 пдк)	0,00001± 0,000006 (0,03 пдк)	0,0020± 0,000037 (0,7пдк)	0,00001± 0,000008 (0,03 пдк)	0,00038± 0,000024 (0,38 пдк)	0,0024± 0,0005 (0,48пдк)

Наиболее жестким санитарно-гигиеническим нормативом, устанавливающим концентрацию вредного вещества в воздушной среде населенных мест с учетом вероятности неограниченно долгого (годы) вдыхания,

не оказывающим на все группы населения прямого или косвенного воздействия, является среднесуточная ПДКс.с. [161]. С учетом вышеизложенного именно величина ПДКсс выступает в качестве "эталона" оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне. Среднесуточные концентрации исследуемых веществ в атмосферном воздухе на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных регионов Саратовской области в период проведения исследования (за 2018-20 гг.) представлены в Таблицах 3.1.4 и 3.1.5.

**Таблица 3.1.4 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК исследуемых веществ в атмосферном воздухе на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов региона**

Сельские поселения экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации ксенобиотиков в атмосферном воздухе личных подсобных хозяйств сельских поселений (2018-20 гг)					
	Пыль (взвеш. веществ) - (ПДК 0,15 мг/м <sup>3</sup> ; III к.о.)	Оксид углерода (ПДК 3,0 мг/м <sup>3</sup> ; IY к.о.)	Диоксид серы (ПДК 0,05 мг/м <sup>3</sup> ; II к.о.)	Диоксид азота (ПДК 0,04 мг/м <sup>3</sup> ; II к.о.)	Сажа (углерод черный) (ПДК 0,05 мг/м <sup>3</sup> ; III к.о.)	Бенз(а)пирен (ПДК 1*10 <sup>-6</sup> мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)
Саратовский район, село Багаевка	<b>0,18±0,03</b> (1,2 пдк)	1,5±0,2 (0,5 пдк)	0,02±0,01 (0,4 пдк)	0,004±0,0001 (0,1 пдк)	0,0015±0,0003 (0,3 пдк)	3*10 <sup>-7</sup> ±10 <sup>-8</sup> (0,3 пдк)
Энгельсский район, село Безымянное	<b>0,17±0,05</b> (1,2 пдк)	1,3±0,3 (0,5 пдк)	0,02±0,01 (0,4 пдк)	0,016±0,0004 (0,4 пдк)	0,001±0,0002 (0,2 пдк)	3*10 <sup>-7</sup> ±10 <sup>-8</sup> (0,3 пдк)
Балаковский район, село Кормежка	0,07±0,03 (0,5 пдк)	0,9±0,1 (0,3 пдк)	0,01±0,007 (0,15 пдк)	0,008±0,0003 (0,2 пдк)	0,005±0,0007 (0,1 пдк)	1*10 <sup>-7</sup> ±10 <sup>-8</sup> (0,1 пдк)
Дергачевский район, село Орошаемое	0,11±0,05 (0,7 пдк)	1,1±0,2 (0,3 пдк)	0,01±0,006 (0,15 пдк)	0,004±0,0001 (0,1 пдк)	0,005±0,0008 (0,1 пдк)	1*10 <sup>-7</sup> ±10 <sup>-8</sup> (0,1 пдк)
Ершовский район, пос. Октябрьский	<b>0,21±0,06</b> (1,4 пдк)	1,7±0,3 (0,6 пдк)	0,04±0,015 (0,8 пдк)	0,004±0,0001 (0,1 пдк)	0,0015±0,0003 (0,3 пдк)	1,5*10 <sup>-7</sup> ±10 <sup>-8</sup> (0,5 пдк)
Марковский район, село Васильевское	0,11±0,06 (0,7 пдк)	1,2±0,2 (0,4 пдк)	0,01±0,008 (0,15 пдк)	0,004±0,0001 (0,1 пдк)	0,005±0,0008 (0,1 пдк)	1*10 <sup>-7</sup> ±10 <sup>-8</sup> (0,1 пдк)

**Таблица 3.1.4 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК исследуемых веществ в атмосферном воздухе на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов региона (окончание)**

Сельские поселения экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации ксенобиотиков в атмосферном воздухе личных подсобных хозяйств сельских поселений (2018-20 гг)					
	Пыль (взвеш. веществ) - (ПДК 0,15 мг/м <sup>3</sup> ; III к.о.)	Оксид углерода (ПДК 3,0 мг/м <sup>3</sup> ; IY к.о.)	Диоксид серы (ПДК 0,05 мг/м <sup>3</sup> ; II к.о.)	Диоксид азота (ПДК 0,04 мг/м <sup>3</sup> ; II к.о.)	Сажа (углерод черный) (ПДК 0,05 мг/м <sup>3</sup> ; III к.о.)	Бенз(а)пирен (ПДК 1*10 <sup>-6</sup> мг/м <sup>3</sup> ; I к.о.)
Перелюбский район, пос. Молодежный	<b>0,16±0,03</b> (1,2 пдк)	1,50±0,2 (0,5 пдк)	0,02±0,01 (0,4 пдк)	0,004±0,0001 (0,1 пдк)	0,001±0,0002 (0,2 пдк)	3*10 <sup>-7</sup> ±10 <sup>-8</sup> (0,3 пдк)
р.п. Романовка, с. Романовка	<b>0,24±0,06</b> (1,6 пдк)	1,6±0,3 (0,5 пдк)	0,03±0,01 (0,6 пдк)	0,016±0,0003 (0,4 пдк)	0,004±0,0005 (0,4 пдк)	1,5*10 <sup>-8</sup> ±10 <sup>-9</sup> (0,05 пдк)
Федоровский район, с. Первомайское	<b>0,17±0,04</b> (1,2 пдк)	1,50±0,2 (0,5 пдк)	0,02±0,01 (0,4 пдк)	0,016±0,0005 (0,4 пдк)	0,001±0,0002 (0,2 пдк)	3*10 <sup>-7</sup> ±10 <sup>-8</sup> (0,3 пдк)

**Таблица 3.1.5 – Среднесуточные концентрации тяжелых металлов в атмосферном воздухе и хлорорганических пестицидов в атмосферных осадках (снежном покрове) на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов региона**

ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации ксенобиотиков в атмосферном воздухе и атмосферных осадках обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных регионов Саратовской области (2018-20 гг)					
	Pb (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> .)	Cd (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> .)	As (ПДК 0,003 мг/м <sup>3</sup> .)	Hg (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> )	ДДТ ПДК 0,001 мг/м <sup>3</sup> )	ГХЦГ ПДК 0,005 мг/м <sup>3</sup> )
Саратовский район, село Багаевка	0,000023± 0,000006 (0,08 пдк)	0,000001± 0,0000004 (0,0033пдк)	0,0010± 0,00002 (0,3 пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,00026± 0,000015 (0,26 пдк)	0,0010± 0,0005 (0,2 пдк)
Энгельсский район, село Безымянное	0,000032± 0,000005 (0,11 пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,0015± 0,000035 (0,5 пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,00012± 0,000008 (0,12 пдк)	0,00045± 0,000015 (0,09 пдк)

**Таблица 3.1.5 – Среднесуточные концентрации тяжелых металлов в атмосферном воздухе и хлорорганических пестицидов в атмосферных осадках (снежном покрове) на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов региона (окончание)**

ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации ксенобиотиков в атмосферном воздухе и атмосферных осадках обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области (2018-20 гг)					
	Pb (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> .)	Cd (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> .)	As (ПДК 0,003 мг/м <sup>3</sup> .)	Hg (ПДК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> )	ДДТ ПДК 0,001 мг/м <sup>3</sup> )	ГХЦГ ПДК 0,005 мг/м <sup>3</sup> )
Балаковский район, село Кормежка	0,000029± 0,000008 (0,1 пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,0018± 0,000042 (0,6пдк)	0,000001± 0,0000008 (0,0033пдк)	0,00012± 0,000010 (0,12 пдк)	0,00030± 0,000023 (0,06 пдк)
Дергачевский район, село Орошаемое	0,000001± 0,0000004 (0,0033пдк)	0,000001± 0,0000004 (0,0033пдк)	0,0009± 0,00004 (0,3 пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,00011± 0,000012 (0,11 пдк)	0,00042± 0,000025 (0,084 пдк)
Ершовский район, пос. Октябрьский	0,000002± 0,0000006 (0,007пдк)	0,000001± 0,0000007 (0,0033пдк)	0,00008± 0,000002 (0,027 пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,000018± 0,0000011 (0,018 пдк)	0,00011± 0,000006 (0,022 пдк)
Марковский район, село Васильевское	0,000031± 0,000007 (0,1 пдк)	0,000001± 0,0000005 (0,0033пдк)	0,0018± 0,000046 (0,6пдк)	0,000001± 0,0000005 (0,0033пдк)	0,00011± 0,000012 (0,11 пдк)	0,00036± 0,000002 (0,072 пдк)
Перелюбский район, пос. Молодежный	0,000001± 0,0000002 (0,0033пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,0007± 0,00005 (0,23 пдк)	0,000001± 0,0000005 (0,0033пдк)	0,00018± 0,000021 (0,18 пдк)	0,0016± 0,0005 (0,32 пдк)
р.п. Романовка, с. Романовка	0,000003± 0,0000004 (0,01 пдк)	0,000001± 0,0000008 (0,0033пдк)	0,00012± 0,000002 (0,03 пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,000024± 0,0000012 (0,024 пдк)	0,00013± 0,000002 (0,026 пдк)
Федоровский район, с. Первомайское	0,000001± 0,0000004 (0,0033пдк)	0,000001± 0,0000006 (0,0033пдк)	0,00020± 0,0000037 (0,06 пдк)	0,000001± 0,0000008 (0,0033пдк)	0,000027± 0,0000014 (0,027 пдк)	0,00018± 0,000005 (0,036 пдк)

Сравнительная гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха ФХ МР и ЛПХ сельских поселений приоритетными химическими веществами, рассчитанная на основе количественной характеристики отдельных примесей ИЗА представлена в Таблицах 3.1.6-3.1.14 по каждому экологически неблагоприятному району Саратовской области.

**Таблица 3.1.6 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Саратовского МР и ЛПХ села Багаевка**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Саратовский МР			
	ФХ Саратовского МР		ЛПХ с. Багаевка	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	1,3±0,28	1,3	1,2±0,31	1,2
Оксид углерода	1,2±0,24	1,1	0,5±0,20*	0,45
Диоксид серы	0,4±0,22	0,52	0,4±0,22	0,52
Диоксид азота	1,6±0,68	2,1	0,1±0,06*	0,13
Сажа	1,3±0,34	1,3	0,3±0,09*	0,3
Бенз(а)пирен	0,6±0,11	1,02	0,3±0,04*	0,51
Pb	0,17±0,03	0,29	0,08±0,002*	0,14
Cd	0,17±0,03	0,29	0,0033±0,0002*	0,006
As	0,3±0,10	0,51	0,3±0,10	0,51
Hg	0,03±0,006	0,051	0,0033±0,0007*	0,0056
ДДТ	0,36±0,03	0,61	0,26±0,02	0,44
ГХЦГ	0,26±0,01	0,44	0,2±0,02	0,34
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>9,53</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ Саратовского МР согласно КИЗА оценивается как высокий		КИЗА = <b>4,55</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ с. Багаевка согласно КИЗА можно оценить как средний, между низким и повышенным	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-р <0,05)

**Таблица 3.1.7 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Энгельского МР и ЛПХ села Безымянное**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Энгельский МР			
	ФХ Энгельский МР		ЛПХ с. Безымянное	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	1,4±0,32	1,4	1,2±0,30	1,2
Оксид углерода	1,1±0,22	1,0	0,5±0,22*	0,45
Диоксид серы	2,4±0,42	3,0	0,4±0,11*	0,52
Диоксид азота	1,4±0,23	2,0	0,4±0,08*	0,52
Сажа	1,4±0,28	1,4	0,2±0,04*	0,2
Бенз(а)пирен	1,5±0,32	3,0	0,3±0,04*	0,51
Pb	0,17±0,03	0,29	0,11±0,02*	0,2
Cd	0,17±0,03	0,29	0,0033±0,0002*	0,006
As	0,5±0,11	0,85	0,5±0,10	0,85
Hg	0,03±0,007	0,051	0,0033±0,0007*	0,006
ДДТ	0,16±0,04	0,27	0,12±0,02	0,2
ГХЦГ	0,13±0,02	0,22	0,09±0,02	0,15

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-р <0,05)

**Таблица 3.1.7 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Энгельского МР и ЛПХ села Безымянное (окончание)**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Энгельский МР			
	ФХ Энгельский МР		ЛПХ с. Безымянное	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>13,5</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ Энгельского МР согласно КИЗА оценивается как высокий, близкий к очень высокому		КИЗА = <b>4,82</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ с. Безымянное Энгельского МР согласно КИЗА можно оценить как средний, между низким и повышенным	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-р <0,05)

**Таблица 3.1.8 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Балаковского МР и ЛПХ села Кормежка**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Балаковский МР			
	ФХ Балаковского МР		ЛПХ с. Кормежка	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	2,9±0,51	2,9	0,5±0,08*	0,5
Оксид углерода	1,3±0,21	1,2	0,3±0,09*	0,27
Диоксид серы	0,15±0,02	0,2	0,15±0,01	0,2
Диоксид азота	1,4±0,32	1,8	0,2±0,04*	0,26
Сажа	1,4±0,19	1,4	0,1±0,03*	0,1
Бенз(а)пирен	1,3±0,22	2,2	0,1±0,05*	0,17
Pb	0,17±0,03	0,29	0,1±0,02*	0,17
Cd	0,17±0,03	0,29	0,0033±0,0002*	0,006
As	0,6±0,2	1,02	0,6±0,12	1,02
Hg	0,03±0,007	0,051	0,0033±0,0007*	0,006
ДДТ	0,16±0,04	0,27	0,12±0,02	0,2
ГХЦГ	0,16±0,02	0,27	0,06±0,01*	0,1
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>11,9</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ Балаковского МР согласно КИЗА оценивается как высокий		КИЗА = <b>3,0</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ с. Кормежка согласно КИЗА можно оценить как низкий	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-р <0,05)

**Таблица 3.1.9 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Дергачевского МР и ЛПХ села Орошаемое**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Дергачевский МР			
	ФХ Дергачевского МР		ЛПХ с. Орошаемое	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	2,7±0,38	2,7	0,7±0,06*	0,7
Оксид углерода	0,3±0,07	0,27	0,3±0,07	0,27
Диоксид серы	0,15±0,02	0,2	0,15±0,01	0,2
Диоксид азота	0,1±0,02	0,13	0,1±0,03	0,13
Сажа	0,1±0,05	0,1	0,1±0,03	0,1
Бенз(а)пирен	0,1±0,03	0,17	0,1±0,05	0,17
Pb	0,03±0,001	0,5	0,0033±0,0007*	0,006
Cd	0,03±0,002	0,5	0,0033±0,0002*	0,006
As	0,03±0,001	0,5	0,3±0,02*	0,5
Hg	0,03±0,007	0,5	0,0033±0,0007*	0,006
ДДТ	0,18±0,03	0,3	0,11±0,02	0,2
ГХЦГ	0,10±0,02	0,17	0,084±0,01	0,14
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>6,04</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ Дергачевского МР согласно КИЗА оценивается как повышенный		КИЗА = <b>2,43</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ с. Орошаемое согласно КИЗА можно оценить как низкий	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\* p < 0,05)

**Таблица 3.1.10 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Ершовского МР и ЛПХ пос. Октябрьский**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Дергачевский МР			
	ФХ Ершовского МР		ЛПХ пос. Октябрьский	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	1,8±0,22	1,8	1,4±0,16	1,4
Оксид углерода	0,6±0,04	0,78	0,6±0,07	0,78
Диоксид серы	0,8±0,05	1,04	0,8±0,03	1,04
Диоксид азота	0,1±0,02	0,13	0,1±0,03	0,13
Сажа	0,3±0,04	0,3	0,3±0,03	0,1
Бенз(а)пирен	0,5±0,03	0,85	0,5±0,05	0,85
Pb	0,07±0,001	0,12	0,007±0,0006*	0,012
Cd	0,03±0,001	0,05	0,0033±0,0002*	0,006
As	0,27±0,001	0,5	0,027±0,002*	0,05
Hg	0,03±0,004	0,05	0,0033±0,0007*	0,005
ДДТ	0,29±0,02	0,5	0,018±0,002*	0,03
ГХЦГ	0,36±0,03	0,6	0,022±0,001*	0,04

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-p < 0,05)



**Таблица 3.1.10 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Ершовского МР и ЛПХ пос. Октябрьский (окончание)**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Дергачевский МР			
	ФХ Ершовского МР		ЛПХ пос. Октябрьский	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>6,5</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ Ершовского МР района согласно КИЗА оценивается как повышенный		КИЗА = <b>4,4</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ пос. Октябрьский согласно КИЗА можно оценить как средний, между низким и повышенным	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-р <0,05)

**Таблица 3.1.11 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Марковского МР и ЛПХ села Васильевское**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Марковский МР			
	ФХ Марковский МР		ЛПХ села Васильевское	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	1,6±0,21	1,6	0,7±0,08*	0,7
Оксид углерода	1,1±0,08	0,99	0,4±0,08*	0,36
Диоксид серы	0,15±0,04	0,2	0,15±0,03	0,2
Диоксид азота	1,6±0,2	2,1	0,1±0,03*	0,13
Сажа	1,5±0,3	1,5	0,1±0,03*	0,1
Бенз(а)пирен	1,2±0,3	2,04	0,1±0,04*	0,17
Pb	0,13±0,03	0,22	0,1±0,02	0,17
Cd	0,13±0,02	0,22	0,0033±0,0002*	0,006
As	0,6±0,02	1,02	0,6±0,02	1,02
Hg	0,03±0,001	0,05	0,0033±0,0007*	0,006
ДДТ	0,15±0,05	0,26	0,11±0,02	0,2
ГХЦГ	0,1±0,03	0,17	0,072±0,001	0,122
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>10,4</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ Марковского МР согласно КИЗА оценивается как высокий		КИЗА = <b>3,21</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ села. Васильевское Марковского МР согласно КИЗА можно оценить как низкий	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\* р <0,05)

**Таблица 3.1.12 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Перелюбского МР и ЛПХ поселка Молодежный**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Перелюбский МР			
	ФХ Перелюбский МР		ЛПХ поселка Молодежный	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	2,8±0,4	2,8	1,2±0,2*	1,2
Оксид углерода	0,5±0,04	0,45	0,5±0,03	0,45
Диоксид серы	0,4±0,08	0,52	0,4±0,03	0,52
Диоксид азота	0,1±0,04	0,13	0,1±0,03	0,13
Сажа	0,2±0,03	0,2	0,2±0,03	0,2
Бенз(а)пирен	0,3±0,03	0,51	0,0033±0,04*	0,0051
Pb	0,03±0,003	0,051	0,0033±0,0002*	0,0051
Cd	0,03±0,002	0,051	0,0033±0,0002*	0,0051
As	0,23±0,04	0,4	0,23±0,02	0,4
Hg	0,03±0,001	0,051	0,0033±0,0007*	0,0051
ДДТ	0,31±0,07	0,53	0,18±0,02	0,2
ГХЦГ	0,48±0,08	0,82	0,32±0,03	0,122
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>6,51</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ Перелюбского МР согласно КИЗА оценивается как повышенный		КИЗА = <b>3,2</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ поселка Молодежный Перелюбского МР согласно КИЗА можно оценить как низкий	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-p <0,05)

**Таблица 3.1.13 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Романовского МР и ЛПХ села Романовка**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Романовский МР			
	ФХ Романовского МР		ЛПХ села Романовка	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	1,9±0,5	1,9	1,6±0,2	1,2
Оксид углерода	0,5±0,04	0,45	0,5±0,03	0,45
Диоксид серы	0,6±0,09	0,78	0,6±0,04	0,52
Диоксид азота	0,4±0,05	0,52	0,4±0,03	0,13
Сажа	0,4±0,04	0,4	0,4±0,03	0,2
Бенз(а)пирен	0,5±0,06	0,85	0,05±0,004*	0,0051
Pb	0,1±0,04	0,17	0,01±0,002*	0,017
Cd	0,03±0,002	0,051	0,0033±0,0002*	0,0051
As	0,4±0,05	0,68	0,023±0,02*	0,04
Hg	0,03±0,001	0,051	0,0033±0,0007*	0,006
ДДТ	0,33±0,07	0,56	0,024±0,02*	0,041
ГХЦГ	0,36±0,09	0,61	0,026±0,03*	0,044

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-p <0,05)

**Таблица 3.1.13 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Романовского МР и ЛПХ села Романовка (окончание)**

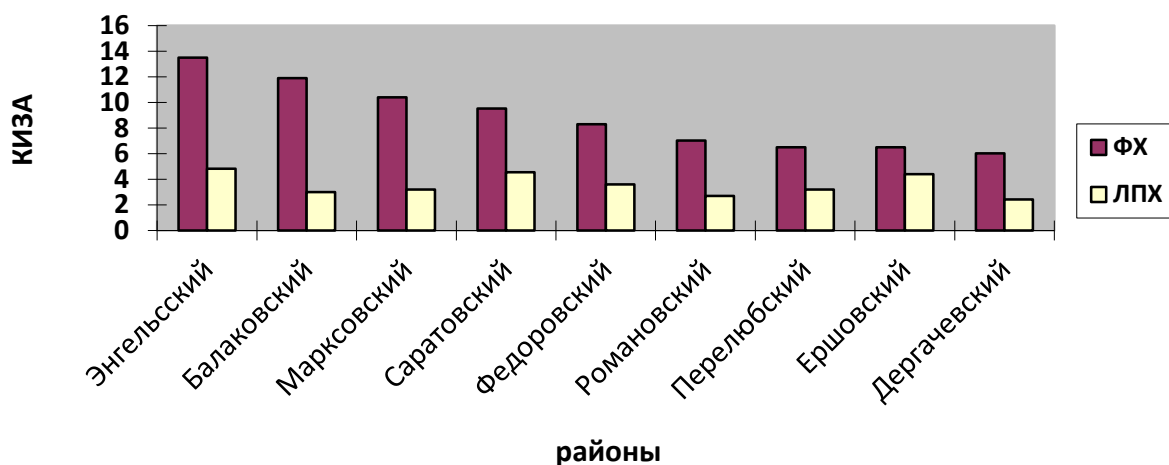
Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Романовский МР			
	ФХ Романовского МР		ЛПХ села Романовка	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>7,02</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ Романовского МР согласно КИЗА оценивается как высокий		КИЗА = <b>2,7</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ села Романовка Романовского района согласно КИЗА можно оценить как низкий	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-р <0,05)

**Таблица 3.1.14 – Сравнительная эколого-гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на территории ФХ Федоровского МР и ЛПХ села Первомайское**

Вещества многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха	Федоровский МР			
	ФХ р.п. Мокроус		ЛПХ села Первомайское	
	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя	Доли ПДК	ИЗА компонента загрязнителя
Пыль	1,8±0,6	1,8	1,2±0,1	1,2
Оксид углерода	0,5±0,04	0,45	0,5±0,04	0,45
Диоксид серы	0,4±0,09	0,52	0,4±0,05	0,52
Диоксид азота	0,4±0,07	0,52	0,4±0,03	0,52
Сажа	1,2±0,2	1,2	0,2±0,03	0,2
Бенз(а)пирен	0,3±0,08	0,51	0,3±0,004	0,51
Pb	0,3±0,04	0,51	0,0033±0,002*	0,0051
Cd	0,03±0,002	0,051	0,0033±0,0002*	0,0051
As	0,7±0,08	1,2	0,06±0,02*	0,1
Hg	0,03±0,001	0,051	0,0033±0,0007*	0,0051
ДДТ	0,38±0,09	0,65	0,027±0,02*	0,046
ГХЦГ	0,48±0,1	0,82	0,036±0,03*	0,061
Суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха	КИЗА = <b>8,3</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ФХ р.п. Мокроус согласно КИЗА оценивается как высокий		КИЗА = <b>3,6</b> т.о. – уровень загрязнения атмосферного воздуха ЛПХ села Первомайское Федоровского МР согласно КИЗА можно оценить как низкий	

Примечание: достоверность различия между долями ПДК на территориях сравнения (\*-р <0,05)



**Рисунок 1 – Ранжирование экологически неблагоприятных территорий ФХ и ЛПХ региона с учетом многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха (по КИЗА)**

Из данных, представленных на рис. 1 по ранжированию территорий МР региона с учетом степени загрязнения атмосферного воздуха, следует, что среди ФХ районов лидируют такие агропромышленные МР, как Энгельсский, Балаковский, Марковский и т.д. При этом суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха ФХ МР соответствовал значению показателя КИЗА – «высокий» и был в 2-3 раза выше в сравнении с аналогичным показателем тех же МР, но в ЛПХ сельских поселений, где суммарный показатель качества атмосферного воздуха оценивался как низкий, или средний, не достигая уровня повышенный.

Как правило, суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха в МР более чем на 50 % определялся химическими загрязнениями, представленными пылью, оксидом углерода, диоксидами серы и азота, в сельских поселениях такой же процент загрязнений в основном, достигался повышенным содержанием пыли. При этом содержание химических контаминантов, относящихся к 1-му, 2-му классам опасности на территории сельских поселений было на порядок ниже, чем в МР, а концентрации хлорорганических пестицидов и тяжелых металлов удавалось определить лишь в атмосферных осадках (снежный покров).

Высокое содержание химических контаминантов на территории МР области объясняется рядом причин. Известно, что основными источниками загрязнения атмосферного воздуха ТМ являются предприятия теплоэнергетики, металлургической промышленности, мусоросжигательные заводы и автомобильный транспорт [212]. При этом наивысшее комплексное загрязнение ТМ – кадмием и свинцом – в нашем исследовании отмечалось в местах забора проб, расположенных на узких магистралях МР (Энгельском, Балаковском, Марксовском) с наибольшим количественным проявлением во временные периоды с максимальной плотностью автопотока [165, 284]. Оксиды азота, поступающие в атмосферу МР с выбросами электростанций, транспорта и предприятий, в результате сгорания органического топлива при высоких температурах трансформируются в диоксид азота, среднесуточная ПДК которого установлена на уровне 0,04 мг/м, что соответствует нормативам зарубежных странах Европейского союза и США [2, 172, 261].

Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха Балаковского МР являлись: пыль, оксид углерода, диоксид азота, ряд тяжелых металлов. Наличие высоких концентраций поллютантов в селитебной зоне города объяснялось работой одного из крупнейших в Европе предприятий по производству аммиака, азотной кислоты и азотных удобрений, расположенного практически в жилой зоне рядом с ФХ.

К приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха Энгельского МР были отнесены: пыль, диоксид азота, диоксид серы, бенз(а)пирен (1,5 ПДК), тяжелые металлы. Высокое содержание диоксида серы в атмосферном воздухе жилой зоны объясняется наличием в МР различных химических предприятий (Энгельский филиал ООО «Хенкель Рус», ОАО «РосБытХим», ООО «НПП Полипластик»), а также заводов по переработке нефти и газа, промежуточные продукты производства которых выделяют в окружающую среду неочищенные по составу кислые газы, содержащие серу и сернистые соединения [37]. С наличием на тех же предприятиях частых залповых газообразных выбросов, несовершенством технологических процессов очистки, метеорологическими

факторами, а также ростом автотранспорта можно связать и повышенное содержание в атмосфере МР бенз(а)пирена. Содержание бенз(а)пирена в аналогичных концентрациях в атмосферном воздухе ряда районов Казанской области отмечали Л.З.Рашитов, А.Б. Галлямов, А.В. Шулаев и др. в 2009 году [155].

Наличие значительного количества пыли (взвешанных веществ) в качестве основного загрязнителя атмосферы сельских поселений объясняется наличием проходящих на их территориях крупных автомобильных магистралей, состояние которых постоянно нуждается в ремонте и восстановлении поверхностного слоя, подвергающегося постоянному воздействию автомобильного транспорта и природно-климатических факторов [6].

### **3.2. Содержание химических загрязнителей в питьевой воде экологически неблагоприятных сельских районов Саратовской области**

На территории Саратовской области имеется 1980 источников водоснабжения, из них поверхностных – 229 и подземных – 1751. Наблюдения за качеством питьевой воды в изучаемых МР области анализировали по данным лабораторного контроля, полученным при проведении мониторинговых исследований (2010-2020 гг.) ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Саратовской области», результатам, предоставленным ГУП Саратовской области «Облводоресурс». Лабораторный контроль выполнялся в рамках обеспечения контрольно-надзорных мероприятий, проводимых областным Управлением Роспотребнадзора по обеспечению ведения социально-гигиенического мониторинга, а также по заявкам юридических лиц и граждан. Контроль за качеством питьевой воды МР области проводился на стационарных постах (ПНЗ) государственной сети наблюдений. Для централизованного водоснабжения населения городов и рабочих поселков области используются как поверхностные, так и подземные водоисточники. При подаче воды из водозабора р. Волга вода проходит водоподготовку по системам городского централизованного

водоснабжения в соответствии со стандартом СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». При подаче воды из организованных подземных грунтовых скважин качество воды должно соответствовать требованиям ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения». При этом грунтовые воды скважин, используемых для питьевых целей, чаще всего по классификации подземных источников соответствовали 2-му классу, т.е. имели отдельные отклонения, которые на выходе устранялись аэрированием, фильтрованием и обеззараживанием.

Ежегодный общий объем работ по контролю качества питьевой воды составлял порядка 100 тысяч исследований. При этом ежемесячный мониторинг за качеством воды населенных мест проводится на стационарных точках наблюдения за источниками централизованного водоснабжения в разводящей сети во всех МР области. К началу 2020 года по данным Роспотребнадзора по Саратовской области централизованным водоснабжением было обеспечено 98,1 % населения региона, нецентрализованным водоснабжением – 1,9 %.

Тем не менее, уровень загрязнения питьевой воды химическими контаминантами в Саратовской области за анализируемый период выполнения исследования с 2010 по 2020 гг. оставался крайне высоким. Средние суммарные проценты нестандартных проб по санитарно-химическим показателям, не отвечающих гигиеническим нормативам за десятилетний период наблюдения в питьевой воде моногородов, рабочих поселков (р.п.) экологически неблагоприятных территорий Саратовской области представлены в Таблице 3.2.1.

**Таблица 3.2.1 – Процент проб с превышением ПДК в питьевой воде МР экологически неблагополучных территорий Саратовской области**

МР экологически неблагополучных территорий Саратовской области	Средние суммарные показатели нестандартных проб качества питьевой воды по санитарно-химическим показателям (в %) по годам наблюдения на территориях экологически неблагополучных районов Саратовской области										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Энгельсский район	22,2	23,4	25,6	23,6	23,4	22,6	22,9	22,7	23,8	22,2	24,2
Саратовский район	24,9	22,6	23,4	23,8	24,3	23,1	23,6	23,8	23,3	25,8	24,9
Балаковский район	12,4	12,0	12,5	12,8	21,4	23,6	22,1	21,4	12,6	12,3	12,4
Дергачевский район	28,3	28,4	21,6	24,1	28,1	26,2	24,6	28,6	27,6	26,6	27,9
Ершовский район	13,2	17,8	12,6	14,9	12,1	12,4	12,7	13,9	11,8	12,1	12,6
Марковский район	21,9	22,2	22,2	22,4	22,3	22,4	21,6	21,8	21,6	22,3	22,6
Перелюбский район	21,5	20,8	21,9	21,7	22,8	21,8	23,5	23,4	23,8	22,6	24,7
Романовский район	12,7	12,8	13,5	12,7	12,1	14,8	13,7	15,9	16,9	16,9	17,9
Федоровский район (р.п. Мокроус)	27,9	25,2	27,1	26,2	28,4	27,2	26,9	26,9	28,9	29,2	28,4

Из данных представленных в Таблице 3.2.1 следует, что за период с 2010 по 2020 годы доля проб питьевой воды с превышением предельно допустимых концентраций химических загрязнителей на изучаемых экологически неблагополучных территориях Саратовской области колебалась от 11,8 % до 29,2 %, что в целом соответствовало степени загрязнения питьевой воды других населенных пунктов регионов России [143]. При этом приоритетными веществами, определяющими загрязнение питьевой воды централизованной системы водоснабжения из поверхностных водоемов для МР экологически неблагополучных территорий Саратовской области, оказались железо, марганец, детергенты (ПАВ), нефтепродукты; из подземных (грунтовых) – хлориды, сульфаты, нитраты, ядохимикаты (ДДТ и ГХЦГ), тяжелые металлы (Pb, Cd, As, Hg). Среднесуточные концентрации и доли ПДК приоритетных химических



веществ в питьевой воде ФХ агропромышленных МР и ЛПХ сельских поселений представлены в Таблицах 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4.

**Таблица 3.2.2 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК исследуемых химических веществ в питьевой воде из открытых водоемов на территориях ФХ агропромышленных МР экологически неблагоприятных регионов Саратовской области**

МР. экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднегодовые концентрации ксенобиотиков в питьевой воде ФХ МР региона (2010-20 гг)					
	Fe (ПДК 0,3 мг/ дм <sup>3</sup> ), *к.о. – 3	Mn (ПДК 0,1 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 3	СПАВ (ПДК 0,5 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 4	Нефтепродукты (ПДК 0,1 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 4	Нитраты (ПДК 45,0 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 4	Al (ПДК 0,5 мг/ дм <sup>3</sup> ) к.о. – 2
Саратовский МР	<b>0,6±0,04</b> (2,0 пдк)	<b>0,2±0,03</b> (2,0 пдк)	<b>0,6±0,01</b> (1,2 пдк)	0,05±0,007 (0,5 пдк)	1,5±0,2 (0,033 пдк)	0,3±0,07 (0,6 пдк)
Энгельский район	<b>0,5±0,03</b> (1,7 пдк)	<b>0,15±0,03</b> (1,5 пдк)	<b>1,8±0,08</b> (3,6 пдк)	0,056±0,005 (0,56 пдк)	6,8±0,4 (0,15 пдк)	0,1±0,04 (0,2 пдк)
Балаковский район	<b>0,6±0,05</b> (2,0 пдк)	<b>0,2±0,04</b> (2,0 пдк)	0,01±0,007 (0,02 пдк)	0,06±0,008 (0,6 пдк)	10,2±0,6 (0,3 пдк)	0,3±0,07 (0,6 пдк)
Дергачевский район	0,2±0,08 (0,7 пдк)	<b>0,1±0,04</b> (1,0 пдк)	<b>0,8±0,06</b> (1,6 пдк)	0,04±0,002 (0,4 пдк)	2,5±0,1 (0,06 пдк)	0,1±0,04 (0,2 пдк)
Ершовский район	0,27±0,06 (0,9 пдк)	0,07±0,03 (0,7 пдк)	0,05±0,01 (0,1 пдк)	<b>0,1±0,01</b> (1,0 пдк)	0,5±0,03 (0,01 пдк)	0,2±0,03 (0,4 пдк)
Марковский район	<b>0,5±0,02</b> (1,7 пдк)	0,06±0,2 (0,6 пдк)	0,08±0,01 (0,16 пдк)	0,04±0,002 (0,4 пдк)	8,9±0,4 (0,2 пдк)	0,1±0,04 (0,2 пдк)
Перелюбский район	<b>0,42±0,12</b> (1,4 пдк)	<b>0,1±0,05</b> (1,0 пдк)	0,05±0,01 (0,1 пдк)	0,05±0,004 (0,5 пдк)	20,4±4,6 (0,45 пдк)	0,3±0,1 (0,6 пдк)
Романовский район	0,29±0,04 (0,97 пдк)	0,08±0,04 (0,8 пдк)	0,3±0,01 (0,6 пдк)	0,02±0,003 (0,2 пдк)	0,7±0,05 (0,02 пдк)	0,1±0,04 (0,2 пдк)
Федоровский район, р.п.Мокроус	0,2±0,08 (0,7 пдк)	0,08±0,04 (0,8 пдк)	0,4±0,02 (0,8 пдк)	0,01±0,005 (0,1 пдк)	0,6±0,04 (0,02 пдк)	0,1±0,04 (0,2 пдк)

\*к.о. –класс опасности

**Таблица 3.2.3 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК тяжелых металлов, сульфатов и хлоридов в питьевой воде из открытых водоемов на территориях ФХ агропромышленных МР экологически неблагоприятных регионов Саратовской области**

МР экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднегодовые концентрации тяжелых металлов, сульфатов и хлоридов в питьевой воде ФХ МР (2010-20 гг)					
	Рb (ПДК 0,03 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 2	Cd (ПДК 0,001 мг/ дм <sup>3</sup> ) к.о. – 2	As (ПДК 0,05 мг/ дм <sup>3</sup> ) к.о. – 2	Hg (ПДК 0,0005 мг/ дм <sup>3</sup> ) к.о. – 1	Сульфаты ПДК 500,0 мг/ дм <sup>3</sup> ) к.о. – 4	Хлориды ПДК 350,0 мг/ дм <sup>3</sup> ) к.о. – 4
Саратовский муниципальный район	<b>0,003±</b> <b>0,0008</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,001±</b> <b>0,0004</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,005± 0,0002 (0,1 пдк)	<b>0,00048±</b> <b>0,00008</b> <b>(1,0 пдк)</b>	96,8±14,3 (0,2 пдк)	54,3±5,5 (0,16 пдк)
Энгельский район, г.Энгельс	<b>0,003±</b> <b>0,0008</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,0002± 0,00008 (0,2 пдк)	<b>0,05±</b> <b>0,002</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,00048±</b> <b>0,00006</b> <b>(1,0 пдк)</b>	206,2± 34, 8 (0,4 пдк)	65,2± 11,5 (0,19 пдк)
Балаковский район, г.Балаково	<b>0,003±</b> <b>0,0004</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,0003± 0,00004 (0,3 пдк)	<b>0,05±</b> <b>0,003</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,00024± 0,00004 (0,48 пдк)	186,2± 24, 6 (0,4 пдк)	154,6±23,2 (0,44 пдк)
Дергачевский район, г.Дергачи	0,001± 0,0006 (0,33 пдк)	0,0005± 0,00005 (0,5 пдк)	0,007± 0,0002 (0,14 пдк)	0,00012± 0,00005 (0,24 пдк)	288,2± 54, 2 (0,6 пдк)	202,6±87,3 (0,58 пдк)
Ершовский район, г.Ершов	0,0015± 0,0005 (0,5 пдк)	0,0005± 0,00005 (0,5 пдк)	0,005± 0,0002 (0,1 пдк)	0,00035± 0,00007 (0,7 пдк)	106,8± 14,9 (0,2 пдк)	222,7±66,5 (0,63 пдк)
Марковский район, Г.Маркс	<b>0,003±</b> <b>0,0005</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,0007± 0,00005 (0,7 пдк)	<b>0,05±</b> <b>0,004</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,00012± 0,00005 (0,24 пдк)	212,2± 34, 8 (0,4 пдк)	222,7±66,5 (0,63 пдк)
Перелюбский район, г.Перелюб	0,0015± 0,0005 (0,5 пдк)	0,0005± 0,00005 (0,5 пдк)	0,007± 0,0002 (0,14 пдк)	0,00012± 0,00005 (0,24 пдк)	326,2± 87, 8 (0,7 пдк)	280,5±89,4 (0,8 пдк)
Романовский район, р.п. Романовка	0,0015± 0,0005 (0,5 пдк)	0,0005± 0,00005 (0,5 пдк)	0,0012± 0,0002 (0,024 пдк)	0,00012± 0,00005 (0,24 пдк)	206,2± 33, 6 (0,4 пдк)	187,7±45,6 (0,53 пдк)
Федоровский район, р.п.Мокроус	<b>0,003±</b> <b>0,0009</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,001±</b> <b>0,0004</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,05±</b> <b>0,005</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,0005±</b> <b>0,00008</b> <b>(1,0 пдк)</b>	160,2± 33, 6 (0,32 пдк)	282,5±46,6 (0,63 пдк)

**Таблица 3.2.4 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК пестицидов в питьевой воде из открытых водоемов на территориях ФХ агропромышленных МР экологически неблагоприятных регионов Саратовской области**

МР экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднегодовые концентрации пестицидов в питьевой воде ФХ МР региона (2010-20 гг)				
	Малатион (ПДК 0,05 мг/ дм <sup>3</sup> ) к.о. – 4,	Глифосат (ПДК 0,02 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 3	Хлорпирифос (ПДК 0,002 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 2	ГХЦГ (ПДК 0,002 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 1	ДДТ (ПДК 0,002 мг/ дм <sup>3</sup> ), к.о. – 2
Саратовский МР	нет	0,01±0,003 (0,5 пдк)	0,0005±0,00001 (0,25 пдк)	0,0005±0,00001 (0,25 пдк)	0,001±0,0001 (0,5 пдк)
Энгельсский район	нет	0,015±0,004 (0,75 пдк)	0,001±0,0001 (0,5 пдк)	0,0005±0,00001 (0,25 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Балаковский район	нет	0,01±0,003 (0,5 пдк)	0,001±0,0001 (0,5 пдк)	0,0003±0,00002 (0,15 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Дергачевский р-он	нет	<b>0,02±0,04 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>
Ершовский р-он	нет	<b>0,025±0,005 (1,25 пдк)</b>	<b>0,002±0,0002 (1,0 пдк)</b>	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Марксовский р-он,	нет	0,017±0,005 (0,85 пдк)	0,001±0,0001 (0,5 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Перелюбский р-он	нет	<b>0,03±0,007 (1,5 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Романовский р-он	нет	<b>0,02±0,04 (1,0 пдк)</b>	0,0005±0,00001 (0,25 пдк)	0,001±0,0001 (0,5 пдк)	0,0003±0,00002 (0,15 пдк)
Федоровский р-н	нет	<b>0,025±0,005 (1,25 пдк)</b>	<b>0,002±0,0003 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>

Проведенными исследованиями было установлено наличие в питьевой воде ФХ агропромышленных экологически неблагоприятных районов региона (Саратовском, Энгельском, Балаковском, Марксовском, Перелюбском) ряда химических веществ (Fe, Mn, СПАВ) в концентрациях, превышающих допустимые уровни, нормируемых овечьё животноводство по органолептическому признаку и относящихся 3-4 классам опасности. Последнее не требовало проведения расчета коэффициента эффекта суммации, т.к. в питьевой воде отсутствовали химические поллютанты, относящиеся к 1-2 классу опасности в концентрациях, превышающих допустимые уровни.

Напротив, наличие в питьевой воде ряда экологически неблагоприятных районов ТМ в концентрациях на уровне ПДК и относящихся к 1 и 2 классам

опасности, требовало проведения расчета эффекта суммации. В результате изучения токсикометрических показателей было установлено превышение допустимого эффекта суммации ( $ЭС \leq 1$ ) по содержанию в питьевой воде ТМ в Федоровском районе в 4 раза, в Энгельском и Саратовском районах в 3 раза, в Балаковском и Марксовском в 2 раза. Концентрации на уровне допустимых были установлены и у ряда пестицидов (ДДТ, ГХЦГ, хлорпирифос), содержащихся в питьевой воде Федоровского и Дергачевского района. Пестициды относились к 1-2 классу опасности по санитарно-токсикологическому лимитирующему признаку, что также требовало проведения расчета эффекта суммации. В результате при изучении токсикометрических показателей пестицидов было установлено трехкратное превышение допустимого эффекта суммации по содержанию в питьевой воде ядохимикатов в Федоровском и Дергачевском МР региона.

В целом следует отметить, что питьевая вода, полученная из открытых водоисточников, прошедшая водоподготовку на водоочистных сооружениях и подаваемая населению муниципальных районов, по своему химическому составу в основном соответствовала гигиеническому стандарту «СанПиП -2001 Вода питьевая». Отмечаемые отклонения от стандарта «Вода питьевая» по содержанию железа, марганца, анионактивным ПАВ объяснялись высоким содержанием последних в открытых водоемах и необходимостью проведения мероприятий в отношении улучшения эффективности работы водоочистных сооружений в ряде муниципальных районов региона. Большую настороженность вызывает наличие в питьевой воде агропромышленных муниципальных районов региона ряда химических веществ (ТМ, пестициды), нормируемых по санитарно-токсикологическим показателям, относящихся к 1-2 классу опасности, присутствие которых выражается в концентрациях на уровне ПДК.

Использование в качестве питьевой воды грунтовых подземных водоисточников населением ЛПХ сельских поселений тех же экологически неблагополучных районов региона выявило следующие особенности. Токсикометрические показатели основных химических загрязнителей (ТМ и пестициды), относящихся к 1-2 классам опасности, содержащиеся в питьевой воде

сельских поселений, при расчете давали следующие превышения эффекта суммации. По содержанию в питьевой воде ТМ превышения в 4 раза были установлены в грунтовой воде села Первомайское Федоровского района, в три раза – в селе Багаевка Саратовского района и селе Безымянное Энгельсского района. В два раза эффект суммации по ТМ в питьевой воде был превышен в селе Кормежка Балаковского района и селе Васильевское Марковского района. Эффект суммации в отношении пестицидов был превышен в три раза в селе Орошаемое Дергачевского района и селе Первомайское Федоровского района (Таблицы 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7).

**Таблица 3.2.5 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК исследуемых веществ в воде питьевой из подземных (грунтовых) источников на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области**

Сельские поселения экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднегодовые концентрации ксенобиотиков в питьевой воде ЛПХ сельских поселений (2018-20 гг)					
	Fe (ПДК 0,3 мг/дм <sup>3</sup> )	Mn (ПДК 0,1 мг/дм <sup>3</sup> )	СПАВ (анионактивные) (ПДК 0,5 мг/дм <sup>3</sup> )	Нефтепродукты (ПДК 0,1 мг/дм <sup>3</sup> )	Нитраты (ПДК 45,0 мг/дм <sup>3</sup> )	Сухой осадок (ПДК 1000,0 мг/дм <sup>3</sup> )
Саратовский район, село Багаевка	<b>1,2±0,1</b> (4,0 пдк)	<b>0,2±0,03</b> (2,0 пдк)	<b>1,5±0,2</b> (1,5 пдк)	0,05±0,008 (0,5 пдк)	1,5±0,2 (0,033 пдк)	765,5±56,5 (0,77 пдк)
Энгельсский район, село Безымянное	<b>0,9±0,03</b> (3,0 пдк)	<b>0,15±0,03</b> (1,5 пдк)	<b>2,0±0,1</b> (4,0 пдк)	0,06±0,006 (0,6 пдк)	6,8±0,4 (0,15 пдк)	<b>1250, 2±87,7</b> (1,25 пдк)
Балаковский район, село Кормежка	<b>0,6±0,05</b> (2,0 пдк)	<b>0,2±0,04</b> (2,0 пдк)	0,05±0,007 (0,01 пдк)	0,06±0,008 (0,6 пдк)	10,2±0,6 (0,3 пдк)	885,5±62,5 (0,89 пдк)

**Таблица 3.2.5 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК исследуемых веществ в воде питьевой из подземных (грунтовых) источников на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагополучных районов Саратовской области (окончание)**

Сельские поселения экологически неблагополучных территорий Саратовской области	Среднегодовые концентрации ксенобиотиков в питьевой воде ЛПХ сельских поселений (2018-20 гг)					
	Fe (ПДК 0,3 мг/дм <sup>3</sup> )	Mn (ПДК 0,1 мг/дм <sup>3</sup> )	СПАВ (анионактивные) (ПДК 0,5 мг/дм <sup>3</sup> )	Нефтепродукты (ПДК 0,1 мг/дм <sup>3</sup> )	Нитраты (ПДК 45,0 мг/дм <sup>3</sup> )	Сухой осадок (ПДК 1000,0 мг/дм <sup>3</sup> )
Дергачевский район, село Орошаемое	<b>0,6±0,08 (2,0 пдк)</b>	<b>0,1±0,04 (1,0 пдк)</b>	<b>0,8±0,06 (1,6 пдк)</b>	<b>0,1±0,02 (1,0 пдк)</b>	2, 5±0,1 (0,06 пдк)	<b>2340,8±236,8 (2,3 пдк)</b>
Ершовский район, пос. Октябрьский	<b>0,3±0,06 (1,0 пдк)</b>	0,07±0,03 (0,7 пдк)	<b>0,5±0,1 (1,0 пдк)</b>	<b>0,2±0,01 (2,0 пдк)</b>	0,5±0,03 (0,01 пдк)	<b>1890,6±155,2 (1,9 пдк)</b>
Марковский район, село Васильевское	<b>0,5±0,02 (1,7 пдк)</b>	0,06±0,2 (0,6 пдк)	0,08±0,01 (0,16 пдк)	0,04±0,002 (0,4 пдк)	4,6±0,8 (0,1 пдк)	667,3±77,4 (0,67 пдк)
Перелюбский район, пос. Молодежный	<b>0,42±0,12 (1,4 пдк)</b>	<b>0,1±0,05 (1,0 пдк)</b>	<b>0,5±0,1 (1,0 пдк)</b>	<b>0,1±0,02 (1,0 пдк)</b>	20,4±4,9 (0,45 пдк)	<b>2185,4±433,3 (2,2 пдк)</b>
р.п. Романовка, с. Романовка	<b>0,3±0,07 (1,0 пдк)</b>	0,08±0,04 (0,8 пдк)	0,3±0,01 (0,6 пдк)	0,03±0,003 (0,3 пдк)	1,7±0,3 (0,04 пдк)	789,6±77,5 (0,79 пдк)
Федоровский район, с. Первомайское	<b>0,3±0,08 (1,0 пдк)</b>	0,08±0,04 (0,8 пдк)	0,4±0,02 (0,8 пдк)	0,02±0,005 (0,1 пдк)	0,6±0,06 (0,02 пдк)	902,4±106,2 (0,9 пдк)

**Таблица 3.2.6 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК пестицидов в воде питьевой из подземных (грунтовых) источников на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагополучных районов Саратовской области**

Сельские поселения экологически неблагополучных территорий Саратовской области	Среднегодовые концентрации ксенобиотиков в питьевой воде ЛПХ сельских поселений (2018-20 гг)				
	Малатион (ПДК 0,05 мг/дм <sup>3</sup> )	Глифосат (ПДК 0,02 мг/дм <sup>3</sup> )	Хлорпирифос (ПДК 0,002 мг/дм <sup>3</sup> )	ГХЦГ (ПДК 0,002 мг/дм <sup>3</sup> )	ДДТ (ПДК 0,002 мг/дм <sup>3</sup> )
Саратовский район, село Багаевка	нет	нет	0,0005±0,00001 (0,25 пдк)	0,0005±0,00001 (0,25 пдк)	0,001±0,0001 (0,5 пдк)

**Таблица 3.2.6 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК пестицидов в воде питьевой из подземных (грунтовых) источников на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области (окончание)**

Сельские поселения экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднегодовые концентрации ксенобиотиков в питьевой воде ЛПХ сельских поселений (2018-20 гг)				
	Малатион (ПДК 0,05 мг/ дм <sup>3</sup> )	Глифосат (ПДК 0,02 мг/ дм <sup>3</sup> )	Хлорпирифос (ПДК 0,002 мг/ дм <sup>3</sup> )	ГХЦГ (ПДК 0,002 мг/ дм <sup>3</sup> )	ДДТ (ПДК 0,002 мг/ дм <sup>3</sup> )
Энгельский район, село Безьянное	нет	нет	0,001±0,0001 (0,5 пдк)	0,0005±0,00001 (0,25 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Балаковский район, село Кормежка	нет	нет	0,001±0,0001 (0,5 пдк)	0,0003±0,00002 (0,15 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Дергачевский р-он, село Орошаемое	<b>0,08±0,03 (1,6 пдк)</b>	нет	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>
Ершовский р-он, пос. Октябрьский	<b>0,06±0,04 (1,2 пдк)</b>	нет	<b>0,002±0,0002 (1,0 пдк)</b>	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Марковский р-он, село Васильевское	нет	нет	0,001±0,0001 (0,5 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
Перелюбский р-он, пос. Молодежный	<b>0,09±0,03 (1,8 пдк)</b>	нет	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)	0,0002±0,00001 (0,1 пдк)
р.п. Романовка, с. Романовка	нет	нет	0,0005±0,00001 (0,25 пдк)	0,001±0,0001 (0,5 пдк)	0,0003±0,00002 (0,15 пдк)
Федоровский р-н, с. Первомайское	<b>0,08±0,03 (1,6 пдк)</b>	нет	<b>0,002±0,0003 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>	<b>0,002±0,0001 (1,0 пдк)</b>

**Таблица 3.2.7 – Среднесуточные концентрации тяжелых металлов, сульфатов и хлоридов в питьевой воде на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области**

Сельские поселения экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации ксенобиотиков в питьевой воде обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов области (2018-20 гг)					
	Pb (ПДК 0,03 мг/ дм <sup>3</sup> )	Cd (ПДК 0,001 мг/ дм <sup>3</sup> )	As (ПДК 0,05 мг/ дм <sup>3</sup> )	Hg (ПДК 0,0005 мг/ дм <sup>3</sup> )	Сульфаты (ПДК 500,0 мг/ дм <sup>3</sup> )	Хлориды (ПДК 350,0 мг/ дм <sup>3</sup> )
Саратовский район, село Багаевка	<b>0,003±0,0008 (1,0 пдк)</b>	<b>0,001±0,0006 (1,0 пдк)</b>	0,005±0,0002 (0,1 пдк)	<b>0,00048±0,00008 (1,0 пдк)</b>	245,6±47,4 (0,5 пдк)	156,4±23,5 (0,45 пдк)

**Таблица 3.2.7 – Среднесуточные концентрации тяжелых металлов, сульфатов и хлоридов в питьевой воде на территориях обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области (окончание)**

Сельские поселения экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации ксенобиотиков в питьевой воде обследуемых ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов области (2018-20 гг)					
	Pb (ПДК 0,03 мг/ дм <sup>3</sup> )	Cd (ПДК 0,001 мг/ дм <sup>3</sup> )	As (ПДК 0,05 мг/ дм <sup>3</sup> )	Hg (ПДК 0,0005 мг/ дм <sup>3</sup> )	Сульфаты ПДК 500,0 мг/ дм <sup>3</sup> )	Хлориды ПДК 350,0 мг/ дм <sup>3</sup> )
Энгельский район, село Безымянное	<b>0,003±</b> <b>0,0008</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,0002± 0,00008 (0,2 пдк)	<b>0,05±</b> <b>0,002</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,00048±</b> <b>0,00006</b> <b>(1,0 пдк)</b>	405,5± 67, 7 (0,8 пдк)	335,2± 45,5 (0,96 пдк)
Балаковский район, село Кормежка	<b>0,003±</b> <b>0,0004</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,0003± 0,00004 (0,3 пдк)	<b>0,05±</b> <b>0,003</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,00024± 0,00004 (0,48 пдк)	320,4± 65, 6 (0,64 пдк)	260,6±33,3 (0,74 пдк)
Дергачевский район, село Орошаемое	0,001± 0,0006 (0,33 пдк)	0,0005± 0,00005 (0,5 пдк)	0,007± 0,0002 (0,14 пдк)	0,00012± 0,00005 (0,24 пдк)	<b>680,4±60, 2</b> <b>(1,4 пдк)</b>	<b>360,6±75,3</b> <b>(1,03 пдк)</b>
Ершовский район, пос. Октябрьский	0,0015± 0,0005 (0,5 пдк)	0,0005± 0,00005 (0,5 пдк)	0,005± 0,0002 (0,1 пдк)	0,00035± 0,00007 (0,7 пдк)	<b>1110,6±360, 2</b> <b>(2,2 пдк)</b>	<b>886,4±96,4</b> <b>(2,53 пдк)</b>
Марковский район, село Васильевское	<b>0,003±</b> <b>0,0005</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,0007± 0,00005 (0,7 пдк)	<b>0,05±</b> <b>0,004</b> <b>(1,0 пдк)</b>	0,00012± 0,00005 (0,24 пдк)	220,4± 28, 8 (0,4 пдк)	232,8±53,6 (0,64 пдк)
Перелюбский район, пос. Молодежный	0,0015± 0,0005 (0,5 пдк)	0,0005± 0,00005 (0,5 пдк)	0,007± 0,0002 (0,14 пдк)	0,00012± 0,00005 (0,24 пдк)	<b>664,5±54, 7</b> <b>(1,4 пдк)</b>	<b>357,6±54,5</b> <b>(1,03 пдк)</b>
р.п. Романовка, с. Романовка	0,0015± 0,0005 (0,5 пдк)	0,0005± 0,00005 (0,5 пдк)	0,0012± 0,0002 (0,024 пдк)	0,00012± 0,00005 (0,24 пдк)	212,2±28, 3 (0,4 пдк)	177,8±49,4 (0,53 пдк)
Федоровский район, с. Первомайское	<b>0,003±</b> <b>0,0009</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,001±</b> <b>0,0006</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,05±</b> <b>0,005</b> <b>(1,0 пдк)</b>	<b>0,0005±</b> <b>0,00008</b> <b>(1,0 пдк)</b>	157,4±29, 1 (0,32 пдк)	279,2±39,7 (0,63 пдк)

Более того в грунтовой питьевой воде сельских поселений Дергачевского (с. Орошаемое), Ершовского (пос. Октябрьский) и Перелюбского (пос. Молодежный) МР отмечалось превышение содержания сухого осадка, количества сульфатов и хлоридов, что ухудшало органолептические свойства воды. На ухудшение органолептических свойств питьевой воды всех сельских поселений также оказывало влияние повышенное содержание железа, а также содержание



марганца и СПАВ в грунтовой воде большинства сельских поселений экологически неблагоприятных районов региона.

Следует отметить, что система двухэтапной водоподготовки из подземных водоисточников сельских поселений в основном направлена на обеспечение эпидемиологической безопасности подаваемой питьевой воды. В системе не предусматриваются схемы очистки воды, направленные на снижение уровня минерально-солевого состава и обезвреживание химических веществ, особенно ТМ, пестицидов и нитратов при их концентрациях, превышающих допустимые уровни.

Наличие в питьевой воде как открытых, так и подземных водоисточников ТМ и пестицидов, прежде всего, связано с антропогенной деятельностью человека. Присутствие сухого остатка, солей, железа, марганца можно объяснить как природным происхождением, так и возможным техногенным.

### **3.3. Содержание химических загрязнителей в почве экологически неблагоприятных сельских районов Саратовской области**

Саратовский регион, являясь мощным агропромышленным центром средне-нижнего Поволжья, в значительной степени определяет высокий химический прессинг на окружающую среду, и прежде всего, контаминацию почвы.

В рамках проведения социально-гигиенического мониторинга (СГМ) согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 в зависимости от функционального назначения почвы в местах расположения детских и лечебных учреждений, парков, игровых площадок, сельскохозяйственных угодий, производственных объектов на территории области осуществляется контроль и наблюдение за качеством санитарно-эпидемиологической безопасности почвы.

СГМ состояния почвы, осуществляемый в жилых зонах с учетом близкого расположения предприятий, а также в зоне влияния автотранспорта, проводится по согласованию с органами и учреждениями, осуществляющими

государственный санитарно-эпидемиологический надзор, который включает определение содержания стандартного перечня химических показателей: тяжелых металлов (свинец, кадмий, цинк, медь, никель, мышьяк, ртуть); 3,4-бензпирена и нефтепродуктов.

В сфере эколого-гигиенического контроля состояния среды обитания человека оценка санитарного состояния почвы остается одним из основных направлений. Отходы различной природы наряду с выбросами и сбросами загрязняющих веществ в почву являются одним из главных источников ее загрязнения. В связи с этим службой Роспотребнадзора ежегодно проводится надзор за объектами, являющимися источниками загрязнения почвы на селитебных территориях, в зонах влияния промышленных предприятий, грузонапряженных автомобильных магистралей, сельскохозяйственных угодий.

Проводимый СГМ анализ состояния почвы на экологически неблагоприятной территории Саратовской области за 2010-2020 гг. представлен в Таблице 3.3.1.

Из данных представленных в Таблице 3.3.1 следует, что за период с 2010 по 2020 годы доля проб почвы с превышением предельно допустимых концентраций химических загрязнителей на изучаемых экологически неблагополучных территориях Саратовской области колебалась от 1,1 % до 15,2 %, что в целом соответствовало степени загрязнения почвы ряда других населенных пунктов регионов России. Вместе с этим, загрязнение почвы даже в крупных МР региона (Саратовском, Энгельском, Балаковском, Марксовском) были по санитарно-химическим показателям в 1,5-2 раза ниже, чем процент нестандартных проб в известных российских промышленных районах, расположенных на территориях Новгородской области (26,38 %), Забайкальского края (25,73 %), Мурманской (23,96 %), Свердловской (21,94 %), Кировской (20,79 %) и других областей [30, 128].

**Таблица 3.3.1 – Анализ состояния почвы на экологически неблагоприятной территории Саратовской области за 2010-2020 гг. Процент проб с превышением ПДК в почве МР экологически неблагополучных территорий Саратовской области**

МР экологически неблагополучных территорий Саратовской области	Средние суммарные показатели нестандартных проб почвы по санитарно-химическим показателям (в %) по годам наблюдения на территориях экологически неблагополучных МР Саратовской области										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Энгельский район	8,2	9,4	7,6	8,6	8,4	9	7,9	,7	10,2	7,2	8,2
Саратовский район	14,7	12,2	1,3	13,6	14,4	12,4	3,4	8,9	13,8	15,2	14,1
Балаковский район	8,4	8,0	7,8	7,8	6,4	7,6	8	9,4	8,6	8,3	7,4
Дергачевский район	2,	2,4	,6	,1	2,1	2,2	2,6	2,6	2,3	6,4	2,1
Ершовский район	1,2	1,	1,4	1,7	2,1	2 3	1,7	1,9	1,	1,9	1,1
Марковский район	8,9	8,2	,	8,4	8,3	,4	6,6	6,8	6,6	6,3	6
Перелюбский район	4,5	4,8	3,9	3,7	3,8	3,8	3,5	4	3,8	3,6	3,7
Романовский район	1,1	1,8	1,	1,4	1,1	1 8	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2
Федоровский район	4,2	5,2	4,1	4,2	,4	4,2	5,9	4,9	4,9	4,2	4,4

Из представленных в Таблицах 3.3.2 и 3.3.3, данных следует, что к основным поллютантам, выявляемым в почве с превышениями ПДК на территориях ФХ экологически неблагополучных МР были отнесены: свинец, кадмий, мышьяк, ртуть, медь, нефтепродукты, бенз(а)пирен, нитраты, ДДТ, ГХЦГ и хлорпирифос. Контаминанты на обследуемых территориях МР были представлены в различных концентрациях, при этом некоторые загрязнители (например, кобальт) либо отсутствовали на всех территориях, либо не были представлены в почве ряда населенных мест. В основном все вышеперечисленные ксенобиотики имели выраженное антропогенное

происхождение, источниками поступления которых в почву являлись либо сельскохозяйственные, либо агропромышленные предприятия (цветной металлургии, гальванизации, сжигания углеродного топлива, процессы сварки, а также выбросы транспортных средств) [8, 9, 55, 56, 191].

ритетными веществами МР экологически неблагоприятных территорий Саратовской области, определяющими загрязнение почвы ФХ оказались: нитраты, ядохимикаты, особенно хлорорганические (ДДТ и ГХЦГ), тяжелые металлы (Pb, Cd, As, Hg). Среднесуточные концентрации и доли ПДК приоритетных химических веществ в почве агропромышленных МР региона представлены в Таблицах 3.3.2 и 3.3.3.

**Таблица 3.3.2 – Среднесуточные концентрации тяжелых металлов в почве ФХ МР региона (2010-20 гг.)**

МР экологически неблагоприятных территориях Саратовской области	Среднесуточные концентрации тяжелых металлов в почве ФХ МР региона (2010-20 гг.)					
	Pb (ПДК 32,0 мг/кг)	Cd (ПДК 5,0 мг/кг)	As (ПДК 2,0 мг/кг)	Hg (ПДК 2,1 мг/кг)	Co (ПДК 5,0 мг/кг)	Cu подвиж. Форма (ПДК 3,0 мг/кг)
Саратовский МР	<b>93,3±12,3</b> (2,9 пдк)	<b>9,6±0,9</b> (1,9 пдк)	нет	нет	нет	<b>6,9±0,4</b> (2,3 пдк)
Энгельский район	<b>91,4±10,3</b> (2,8 пдк)	<b>8,6 ±0, 4</b> (1,7 пдк)	<b>3,8±0, 6</b> (1,9 пдк)	<b>3,8±0, 6</b> (1,8 пдк)	нет	<b>6,4 ±0,3</b> (2,1 пдк)
Балаковский район	<b>88,3±9,3</b> (2,8 пдк)	<b>7,9±0,6</b> (1,6 пдк)	<b>3,2±0, 3</b> (1,6 пдк)	нет	нет	<b>5,9±0,5</b> (1,9 пдк)
Дергачевский район	31,0±9,1 (0,97 пдк)	нет	нет	нет	нет	2,6±0,3 (0,9 пдк)
Ершовский район	26,6±7,3 (0,8 пдк)	нет	нет	нет	нет	2,7±0,5 (0,9 пдк)
Марковский район	<b>44,5±12,1</b> (1,4 пдк)	2,9±0,2 (0,6 пдк)	<b>2,9±0, 2</b> (1,45 пдк)	нет	нет	<b>6,2±0,5</b> (2,1 пдк)
Перелюбский район	21,1±5,3 (0,7 пдк)	нет	нет	нет	нет	2,8±0,4 (0,9 пдк)
Романов кий район	16,1±3,3 (0,5 пдк)	нет	нет	нет	нет	<b>3,8±0,6</b> (1,3 пдк)
Федоровский район, р.п.Мокроус	20,2±5,4 (0,6 пдк)	<b>9,2±0, 7</b> (1,7 пдк)	<b>3,0±0, 4</b> (1,5 пдк)	<b>4,1±0, 8</b> (1,9 пдк)	нет	2,5±0,6 (0,83 пдк)

**Таблица 3.3.3 – Среднесуточные концентрации ХОП, нитратов, нефтепродуктов и бенз(а)пирена в почве ФХ МР региона (2010-20 гг.) Среднесуточные концентрации и доли ПДК пестицидов, нитратов, бенз(а)пирена, нефтепродуктов в почве ФХ на экологически неблагоприятных территориях агропромышленных МР региона**

МР экологически неблагоприятных территории Саратовской области	Среднесуточные концентрации ХОП, нитратов, нефтепродуктов и бенз(а)пирена в почве ФХ МР региона (2010-20 гг.)				
	Бенз(а)пирен (ПДК 0,2 мг/кг)	Нитраты (ПДК 130,0 мг/кг)	Нефтепродукты* (БУ 300-1000 мг/кг)	ГХЦГ (ПДК 0,1 мг/кг)	ДДТ (ПДК 0,1 мг/кг)
Саратовский МР	<b>0,07±0,02</b> (3,5 пдк)	<b>136,2±12,6</b> (1,1 пдк)	<b>1240,62±144,8</b> (1,2 пдк)	0,06±0,004 (0,6 пдк)	0,06±0,004 (0,6 пдк)
Энгельсский район	<b>0,05±0,01</b> (2,5 пдк)	<b>158,9±18,4</b> (1,2 пдк)	<b>1415,82±173,6</b> (1,4 пдк)	<b>0,12±0,05</b> (1,2 пдк)	<b>0,21±0,06</b> (2,1 пдк)
Балаковский район	<b>0,04±0,01</b> (2,0 пдк)	<b>142,6±11,6</b> (1,1 пдк)	<b>1353,56±166,6</b> (1,3 пдк)	<b>0,11±0,01</b> (1,1 пдк)	<b>0,11±0,03</b> (1,1 пдк)
Дергачевский район	<b>0,02±0,002</b> (1,0 пдк)	<b>178,4±22,2</b> (1,4 пдк)	<b>2541,56±355,7</b> (2,5 пдк)	<b>0,12±0,01</b> (1,2 пдк)	<b>0,13±0,02</b> (1,2 пдк)
Ершовский район	0,01±0,002 (0,5 пдк)	<b>189,2±29,7</b> (1,5 пдк)	<b>2215,82±273,6</b> (2,2 пдк)	<b>0,12±0,03</b> (1,2 пдк)	<b>0,18±0,07</b> (1,8 пдк)
Марковский район	<b>0,04±0,007</b> (2,0 пдк)	106,4±11,2 (0,82 пдк)	<b>1084,6±104,8</b> (1,1 пдк)	<b>0,11±0,01</b> (1,1 пдк)	<b>0,14±0,04</b> (1,4 пдк)
Перелюбский район	0,01±0,001 (0,5 пдк)	<b>204,2±44,7</b> (1,6 пдк)	243,8±24,5 (0,2 пдк)	<b>0,12±0,01</b> (1,2 пдк)	<b>0,16±0,06</b> (1,6 пдк)
Романовский район	0,01±0,002 (0,5 пдк)	<b>147,5±10,1</b> (1,1 пдк)	45,6±14,8 (0,05 пдк)	0,08±0,003 (0,8 пдк)	<b>0,11±0,06</b> (1,1 пдк)
Федоровский район, р.п. Мокшус	0,01±0,001 (0,5 пдк)	102,1±9,7 (0,8 пдк)	67,7±11,3 (0,07 пдк)	<b>0,16±0,06</b> (1,6 пдк)	<b>0,36±0,05</b> (3,6 пдк)

\* БУ –безопасный уровень. 27 июля 1999 года на территории Москвы был принят региональный нормативный документ – Распоряжение №801-РМ «Об утверждении методики исчисления размера ущерба, вызываемого захламлением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы», который устанавливал ПДК по нефтепродуктам – 300 мг/кг. Роскомземом от 10.11.1993 и Минприроды РФ от 18ноября 1993 утв. «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», определяющий допустимую концентрацию нефтепродуктов в почве менее 1000 мг/кг.

почву поллютанты попадают различными путями: из атмосферы в виде грубодисперсных аэрозолей, входящих в состав выбросов промышленных предприятий (или выхлопных газов автомобилей), а также с дождем и снегом. Накоплению вышеперечисленных токсикантов промышленного происхождения на изучаемых территориях в значительной степени способствовало отношение почвы к дерново-подзолиственному классу с составом, представленным как песчаными и

супесчаными почвами (74 %), так и суглинистыми (26 %), а также склонные к кислым значения  $pH_{kcl}$  варьирующие от 4,9 до 7,6. Тяжелые металлы прочно сорбируются и взаимодействуют с почвенным гумусом, образуя труднорастворимые соединения. Таким образом, идет процесс накопления ТМ в почве. Наряду с этим в почве под воздействием различных факторов происходит постоянная миграция попадающих в нее веществ и перенос их на большие расстояния. Общеизвестно, что максимальные концентрации поллютантов в почве присутствуют на расстояниях до 5 км от источника загрязнения, постепенно уменьшаясь по удалению на расстоянии 15-20 км, приближаясь к фоновому уровню. Однако отсутствие выполнения регламентов соблюдения санитарно-защитных зон предприятий на территориях МР приводит к тому, что источники загрязнений действуют почти без ограничений [8, 9, 52].

Проводимое нами сравнительное изучение среднесуточных концентраций исследуемых веществ в почве на участках ЛПХ сельских поселений экологически неблагополучных МР области в период проведения исследования (за 2018-20 гг.) представлены в Таблицах 3.3.4 и 3.3.5.

**Таблица 3.3.4 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК тяжелых металлов в почве на участках ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области**

Сельские поселения экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации тяжелых металлов в почве на участках ЛПХ сельских поселений (2018-20 гг)					
	Pb (ПДК 32,0 мг/ кг)	Cd (ПДК 5,0 мг/ кг)	As (ПДК 2,0 мг/ кг)	Hg (ПДК 2,1 мг/ кг)	Co (ПДК 5,0 мг/ кг)	Cu подвиж. форма (ПДК 3,0 мг/ кг)
Саратовский район, село Багаевка	<b>83,7± 11,3 (2,6 пдк)</b>	<b>8,5±0,7 (1,7 пдк)</b>	нет	нет	нет	<b>5,9±0,4 (1,9 пдк)</b>
Энгельский район, село Безмянное	<b>87,3± 8,8 (2,7 пдк)</b>	<b>8,4 ±0, 4 (1,7 пдк)</b>	<b>3,0±0, 4 (1,5 пдк)</b>	<b>3,0±0, 5 (1,5 пдк)</b>	нет	<b>6,4 ±0,3 (2,1 пдк)</b>
Балаковский район, село Кормежка	<b>85,7± 6,3 (2,7 пдк)</b>	<b>7,7±0,4 (1,6 пдк)</b>	<b>2,8±0, 3 (1,4 пдк)</b>	нет	нет	<b>5,9±0,5 (1,9 пдк)</b>
Дергачевский р-он, село Орошаемое	31,0± 9,1 (0,97 пдк)	нет	нет	нет	нет	2,6±0,3 (0,9 пдк)
Ершовский р-он, пос.Октябрьский	26,6± 7,3 (0,8 пдк)	нет	нет	нет	нет	2,7±0,5 (0,9 пдк)
Марковский р-он, село Васильевское	<b>43,5± 11,2 (1,4 пдк)</b>	2,9±0,2 (0,6 пдк)	<b>2,3±0, 2 (1,15 пдк)</b>	нет	нет	<b>6,2±0,5 (2,1 пдк)</b>
Перелобский р-он, пос.Молодежный	21,1± 5,3 (0,7 пдк)	нет	нет	нет	нет	2,8±0,4 (0,9 пдк)
р.п. Романовка, с.Романовка	16,1± 3,3 (0,5 пдк)	нет	нет	нет	нет	<b>3,2±0,6 (1,1 пдк)</b>
Федоровский р-н, с. Первомайское	20,2± 5,4 (0,6 пдк)	<b>7,8±0, 5 (1,6 пдк)</b>	<b>2,4±0, 4 (1,15 пдк)</b>	<b>3,6±0, 6 (1,7пдк)</b>	нет	2,5±0,6 (0,83 пдк)

**Таблица 3.3.5 – Среднесуточные концентрации и доли ПДК пестицидов, нитратов, бенз(а)пирена, нефтепродуктов в почве на участках ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области**

Сельские поселения экологически неблагоприятных территорий Саратовской области	Среднесуточные концентрации пестицидов в почве на участках ЛПХ сельских поселений (2018-20 гг)				
	Бенз(а)пирен (ПДК 0,02 мг/ кг)	Нитраты (ПДК 130,0 мг/ кг)	Нефтепродукты* (БУ 300-1000 мг/кг)	ГХЦГ (ПДК 0,1 мг/ кг)	ДДТ (ПДК 0,1 мг/ кг)
Саратовский район, село Багаевка	<b>0,07±0,02</b> <b>(3,5 пдк)</b>	<b>130,8±8,5</b> <b>(1,0 пдк)</b>	345,5±33,6 (0,35 пдк)	0,06±0,004 (0,6 пдк)	0,06±0,004 (0,6 пдк)
Энгельский район, село Безымянное	<b>0,05±0,01</b> <b>(2,5 пдк)</b>	113,7±8,4 (0,86 пдк)	432, 2±53,4 (0,43 пдк)	<b>0,12±0,05</b> <b>(1,2 пдк)</b>	<b>0,21±0,06</b> <b>(2,1 пдк)</b>
Балаковский район, село Кормежка	<b>0,04±0,01</b> <b>(2,0 пдк)</b>	112,6±7,7 (0,86 пдк)	273, 6±23,3 (0,3 пдк)	<b>0,11±0,01</b> <b>(1,1 пдк)</b>	<b>0,11±0,03</b> <b>(1,1 пдк)</b>
Дергачевский р-он, село Орошаемое	<b>0,02±0,002</b> <b>(1,0 пдк)</b>	48,5±8,2 (0,4 пдк)	678,6±25,7 (0,68 пдк)	<b>0,12±0,01</b> <b>(1,2 пдк)</b>	<b>0,13±0,02</b> <b>(1,2 пдк)</b>
Ершовский р-он, пос. Октябрьский	0,01±0,002 (0,5 пдк)	107,3±18,6 (0,8 пдк)	756,4±54,6 (0,8 пдк)	<b>0,12±0,03</b> <b>(1,2 пдк)</b>	<b>0,18±0,07</b> <b>(1,8 пдк)</b>
Марковский р-он, село Васильевское	<b>0,04±0,007</b> <b>(2,0 пдк)</b>	47,6±8,2 (0,4 пдк)	114,4±14,6 (0,11 пдк)	<b>0,11±0,01</b> <b>(1,1 пдк)</b>	<b>0,14±0,04</b> <b>(1,4 пдк)</b>
Перелюбский р-он, пос. Молодежный	0,01±0,001 (0,5 пдк)	102,4±14,8 (0,8 пдк)	243,8±24,5 (0,2 пдк)	<b>0,12±0,01</b> <b>(1,2 пдк)</b>	<b>0,16±0,06</b> <b>(1,6 пдк)</b>
р.п. Романовка, с. Романовка	0,01±0,002 (0,5 пдк)	45,4±7,2 (0,3 пдк)	45,6±14,8 (0,05 пдк)	0,08±0,003 (0,8 пдк)	<b>0,11±0,06</b> <b>(1,1 пдк)</b>
Федоровский р-н, с. Первомайское	0,01±0,001 (0,5 пдк)	42,3±7,7 (0,3 пдк)	67,7±11,3 (0,07 пдк)	<b>0,16±0,06</b> <b>(1,6 пдк)</b>	<b>0,26±0,05</b> <b>(2,6 пдк)</b>

\* БУ –безопасный уровень. 27 июля 1999 года на территории Москвы был принят региональный нормативный документ – Распоряжение №801-РМ «Об утверждении методики исчисления размера ущерба, вызываемого захламлением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы», который устанавливал ПДК по нефтепродуктам – 300 мг/кг. Роскомземом от 10.11.1993 и Минприроды РФ от 18 ноября 1993 утв. «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», определяющий допустимую концентрацию нефтепродуктов в почве менее 1000 мг/кг.

Данные, представленные в Таблицах 3.3.4 и 3.3.5, по среднесуточным концентрациям содержания тяжелых металлов, бенз(а)перена хлорорганических пестицидов в почве на участках ЛПХ сельских поселений полностью подтвердили выше выдвинутый тезис о существенном загрязнении среды, возникающем в результате антропогенного воздействия агропромышленных комплексов МР региона. Оказалось, что и почва ЛПХ ряда сельских поселений содержала ТМ и бенз(а)перен практически в идентичных количествах с почвой ФХ. Одинаковое количество ХОП в почве объяснялось их высокой стабильностью в объектах



окружающей среды, связанной с интенсивным использованием инсектицидов в прежние годы.

Отмечена существенная разница в содержании фосфорорганических пестицидов (ФОП), нитратов и нефтепродуктов в почве ФХ, принадлежащих крупным аграрным хозяйствам в сравнении с почвой на участках ЛПХ сельских поселений.

Сравнительная оценка среднесуточных концентрации ФОП в почве ФХ и на участках ЛПХ сельских поселений в период проведения исследований (2018-20 гг.) представлена в Таблице 3.3.6.

**Таблица 3.3.6 – Сравнительная оценка содержания среднесуточных концентраций и долей ПДК ФОП в почве на территориях ФХ агрофирм МР и участках ЛПХ сельских поселений экологически неблагополучных районов Саратовской области**

Исследуемые муниципальные районы Саратовской области	Содержание ФОП (мг/кг) в почве					
	ФХ			на участках ЛПХ		
	хлорпири-фос (ПДК 0,2 мг/ кг)	глифосат (ПДК 0,5 мг/ кг)	малатион (ПДК 2,0 мг/ кг)	хлорпири-фос (ПДК 0,2 мг/ кг)	глифосат (ПДК 0,5 мг/ кг)	малатион (ПДК 2,0 мг/ кг)
Энгельсский	МР			с. Безымянное		
	нет	0,4±0,01 (0,8 пдк)	нет	нет	нет	0,4±0,04 (0,2 пдк)
Балаковский	МР			с.Кормежка		
	нет	0,4±0,01 (0,8 пдк)	нет	нет	нет	0,4±0,04 (0,2 пдк)
Марксовский	МР			с. Васильевское		
	нет	0,3±0,02 (0,6 пдк)	нет	нет	нет	0,5±0,05 (0,25 пдк)
Саратовский	Саратовский МР			с.Багаевка		
	<b>0,3±0,02 (1,5 пдк)</b>	<b>0,6±0,03 (1,2 пдк)</b>	нет	0,15±0,01 (0,75 пдк)	нет	<b>4,1±0,4 (2,1 пдк)</b>
Федоровский	р.п. Мокроус			с. Первомайское		
	<b>0,2±0,01 (1,0 пдк)</b>	<b>0,7±0,03 (1,4 пдк)</b>	нет	0,1±0,01 (0,5 пдк)	нет	<b>4,4±0,7 (2,2 пдк)</b>
Романовский	МР			с.Романовка		
	нет	<b>0,6±0,02 (1,2 пдк)</b>	нет	нет	нет	0,4±0,04 (0,2 пдк)

**Таблица 3.3.6 – Сравнительная оценка содержания среднесуточных концентраций и долей ПДК ФОП в почве на территориях ФХ агрофирм МР и участках ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области (окончание)**

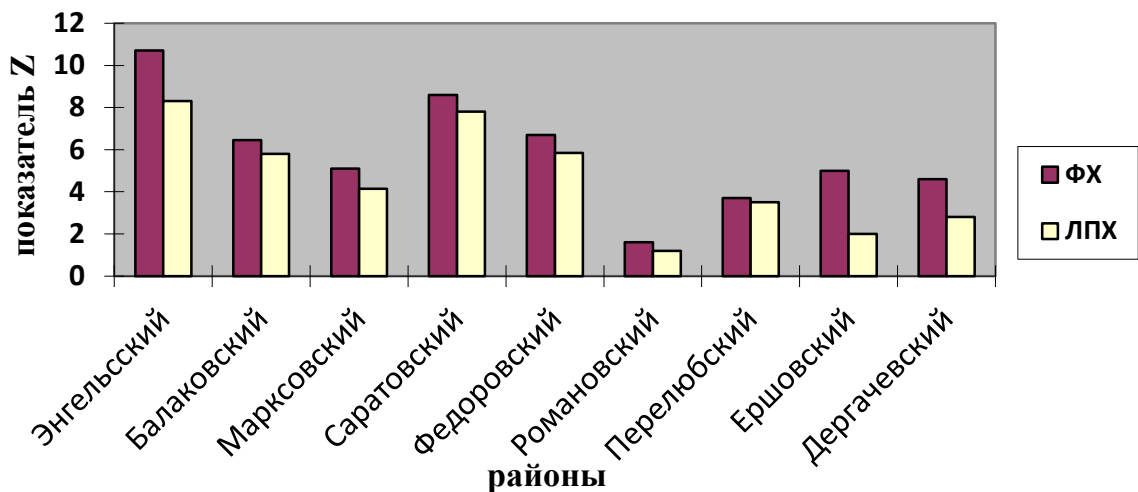
Исследуемые муниципальные районы Саратовской области	Содержание ФОП (мг/кг) в почве					
	ФХ			на участках ЛПХ		
	хлорпири-фос (ПДК 0,2 мг/ кг)	глифосат (ПДК 0,5 мг/ кг)	малатион (ПДК 2,0 мг/ кг)	хлорпири-фос (ПДК 0,2 мг/ кг)	глифосат (ПДК 0,5 мг/ кг)	малатион (ПДК 2,0 мг/ кг)
Перелюбский	МР			пос. Молодежный		
	<b>0,3±0,02</b> (1,5 пдк)	<b>0,9±0,03</b> (1,8 пдк)	нет	0,1±0,02 (0,5 пдк)	нет	<b>5,3±0,6</b> (2,7 пдк)
Ершовский	МР			пос. Октябрьский		
	<b>0,3±0,03</b> (1,5 пдк)	<b>0,6±0,03</b> (1,2 пдк)	нет	0,02±0,001 (0,1 пдк)	нет	0,4±0,04 (0,2 пдк)
Дергачевский	МР			с. Орошаемое		
	<b>0,3±0,04</b> (1,5 пдк)	<b>0,9±0,03</b> (1,8 пдк)	нет	0,02±0,001 (0,1 пдк)	нет	<b>4,8±0,5</b> (2,4 пдк)

Из представленных в таблице данных следует, что из всех исследуемых пестицидов только хлорпирифос обнаруживался в почве как ФХ, так и ЛПХ, при этом в последних его концентрация была достоверно ниже ( $p < 0,05$ ). Высокое содержание инсектицида хлорпирифоса в почве ФХ объяснялось способом его применения для борьбы с насекомыми (саранчой) путем авиационной обработки, особенно в МР Саратовского Заволжья (Перелюбском, Ершовском, Дергачевском). Интенсивное использование гербицида глифосата ФХ не нашло своего подтверждения в борьбе с сорняками на земельных участках ЛПХ. Точно так же работники ФХ экологически неблагоприятных районов региона не используют пестицид малатион, в отличие от тружеников ЛПХ сельских поселений.

Более низким (Таблицы 3.3.3 и 3.3.5) оказалось среднее суммарное содержание нитратов на земельных участках ЛПХ сельских поселений, составляющее  $741,2 \pm 43,4$  мг на кг почвы. Что было в 1,8 раза достоверно ( $p < 0,05$ ) меньше, чем средне-суммарные концентрации этих же солей на фермерских полях сельхозугодий –  $1335,1 \pm 56,5$  мг/кг, принадлежащих агрофирмам МР.

Аналогичная картина, но еще более выраженная, отмечалась и в отношении содержания в почве нефтепродуктов. Среднее суммарное содержание нефтепродуктов в почве ЛПХ сельских поселений составляло  $2990,2 \pm 106,4$  мг/кг, в то время как в почве ФХ экологически неблагополучных МР Саратовской области было достоверно ( $p < 0,05$ ) в 3,4 раза выше и достигало  $10020,6 \pm 965,5$  мг/кг (Таблицы 3.3.3 и 3.3.5).

Анализ комплексного показателя загрязнения почвы и ранжирование сравниваемых территорий ФХ и ЛПХ МР региона представлены на Рисунке 2.



**Рисунок 2 – Ранжирование территорий ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных районов области на основе расчета комплексного показателя загрязнения почвы (Z)**

Из данных, представленных на рис. 2, по ранжированию экологически неблагополучных территорий области с учетом степени загрязнения почвы следует, что среди МР агропромышленных центров региона лидируют такие районы, как Энгельский, Саратовский, Федоровский, Балаковский и Марковский. При этом комплексный (суммарный) показатель загрязнения почвы территорий ФХ районов области достоверно не отличался от идентичного показателя (Z), рассчитанного для почвы территорий ЛПХ сельских поселений. Последнее находит объяснение в условиях формирования химического загрязнения почвы, связанного, прежде всего, с контаминацией почвы

поллютантами через воду поверхностных водоемов, особенно в паводковый период [64, 146, 207, 214, 248].

Определенное влияние на загрязнение почвы, несмотря на низкие значения показателя КИЗА для сельских поселений (параграф 3.1.), оказывают и атмосферные осадки, представленные т.н. газодымовыми выбросами, дождями, снежным покровом [25].

Комплексный показатель загрязнения почвы ( $Z$ ) химическими веществами ФХ в МР экологически неблагополучных районов региона на 50- 60 % был представлен ТМ, на 15-20 % – пестицидами, оставшиеся 20-35 % приходились на нитраты, нефтепродукты и бенз(а)пирен. Аналогичным в процентном отношении выглядел и показатель  $Z$  загрязнения почвы ЛПХ сельских поселений.

Высокое содержание химических контаминантов на территории МР области, объяснялось как интенсивной сельскохозяйственной деятельностью, так и наличием на рассматриваемых территориях работающих агропромышленных комплексов.

## **ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В МЕСТНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ СЕЛЬСКИХ РЕГИОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В настоящее время одним из основных условий в области здорового питания населения Российской Федерации является обеспечение гигиенической безопасности продовольственного сырья и продуктов питания [54]. Обширная территория Саратовской области, расположенная в средне-нижней части реки Волга, традиционно используется в качестве сельскохозяйственных угодий для аграрного производства и позволяет успешно обеспечить население региона местными продуктами питания.

Вместе с этим в регионе отмечается динамический рост топливной, химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и металлургической промышленности. В результате значительная часть территории области испытывает негативное воздействие от ряда тяжелых металлов как на окружающую среду в целом, так и на пищевое сырье и продукцию, в частности [25, 94]. Постоянно проводимый Управлением Роспотребнадзора по Саратовской области гигиенический мониторинг оценки качества факторов окружающей среды 38-ми районов региона позволяет выявить ряд муниципальных территорий, наиболее экологически неблагополучных по санитарно-химическим показателям загрязнения проб атмосферного воздуха, почвы, воды водоемов и питьевой. В таких МР, как Балаковский, Дергачевский, Ершовский, Марковский, Перелюбский, Романовский, Саратовский, Федоровский, Энгельсский на протяжении последних пяти лет отмечались превышения ПДК в 13,5 % случаев при отборе проб воды из системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, в 4,23 % проб при оценке качества атмосферного воздуха и также наличие в почве свыше 24 млн. тонн промышленных отходов [96].

Ранее нами было установлено (главу 3) присутствие в объектах окружающей среды на территориях муниципальных образований широко используемых в агропромышленном комплексе химических веществ, приоритетными из которых являются ТМ, пестициды, нитраты и некоторые другие. Наличие данных химических контаминантов приводит к существенному загрязнению сельскохозяйственных угодий, культур и животных, представляя в дальнейшем существенную угрозу для потребителя реализуемой продукции. Вместе с этим регулярно проводимый Роспотребнадзором и областной ветеринарной службой контроль содержания химических загрязнителей в отдельных видах местных продуктов, выращенных на экологически неблагоприятных территориях ФХ и реализуемых в розничной сети, не выявляет превышения допустимых концентраций исследуемых контаминантов. Более того, местное население сельских поселений, владеющее ЛПХ, использует в пищу собственно выращенную продукцию, остающуюся, как правило, вне контроля (тем более, систематического мониторинга) содержания поллютантов со стороны федеральных и региональных органов [51].

С учетом вышеизложенного в летне-осенние периоды 2017, 2018, 2019 и 2020 гг. на ранее выбранных территориях экологически неблагоприятных МР (Балаковском, Дергачевском, Ершовском, Марксовском, Перелюбском, Романовском, Саратовском, Федоровском и Энгельсском) Саратовского региона проводились исследования по оценке содержания химических контаминантов (ТМ, пестицидов и нитратов) в местных пищевых продуктах. Пробы из местных продуктов питания, включающие мясо (говядина), коровье молоко, овощи (картофель, морковь, свекла), отбирались массой от 300,0 до 500,0 г. Отобранные пробы мясной и овощной продукции упаковывались в полиэтиленовые мешки, молоко в стерильную стеклянную посуду. Транспортировка образцов продукции в лабораторию филиала ООО ЦЭП «Экомир» осуществлялась в охлажденном виде в термоконтейнерах не позднее 36 часов после отбора проб.

Химический анализ пищевых проб включал исследования содержания в них нитратов (в пробах овощей); четырех металлов – Pb, Cd, Hg и As;

хлорорганических – (ДДТ, ГХЦГ) и фосфорорганических пестицидов на основе малатиона (карбофос, фуфанон) и хлорпирифоса (ципи плюс, нуримет экстра), а также гербицидов на основе глифосата (раундапа, торнадо). Для определения содержания вышеперечисленных ксенобиотиков в местных продуктах питания использовались химико-аналитические методы исследования, изложенные во 2 главе «Материалы и методы исследований».

Проведенный анализ анкетирования местных жителей из фермерских и личных подсобных хозяйств (глава 2), свидетельствовал о высоком использовании в пищу жителями Саратовской области собственно произведенных продуктов, составляющих значительную долю в рационе питания анкетированного населения, и, в целом отвечающих современным требованиям здорового питания.

Так, местный хлеб ежедневно употребляли 100 %, а мясо и овощи с высокой частотой от 3 до 5 раз в неделю до 69 % опрошенных. Напротив, местное молоко использовало 37 % респондентов, из которых 99 % были дети семейных домохозяйств, употреблявшие молоко ежедневно. В то же время молочную продукцию: масло, сыр, брынзу, сметану, кефир и т.п., употребляли ежедневно почти все анкетированные. Из местных овощей, выращенных как фермерами, так и частниками, чаще всего (от 3 до 7 раз в неделю) в пищу респонденты использовали картофель и капусту (соответственно, 98 % и 82 % опрошенных). Реже, в свежем виде (от 1 до 3 раз в неделю) морковь и свеклу. Свежие огурцы и кабачки служили продуктами у 73 % опрошенных, но в основном только в летний период времени года.

Анализируемые концентрации тяжелых металлов и пестицидов в местной исследуемой продукции имели значительный разброс данных, распределение которых было асимметричным, что не укладывалось в использование параметрических критериев. В связи с этим исследуемые пробы местных продуктов питания анализировались не только по среднему содержанию в них тяжелых металлов, но и рассчитывалась медиана, а также как параметр вариабельности – уровень загрязнения в пробах, превышающий 90 %, что соответствовало 90-му перцентилю. Для сравнения содержания тяжелых металлов

и пестицидов в продуктах различных районов области, выращенных на личных участках и фермерских полях хозяйств, применяли критерий Манна-Уитни. Критический уровень статистической значимости принимался равным 0,05. Анализ данных проводился с помощью программного обеспечения SPSS 18.0 для Windows. Концентрации нитратов, определяемые в овощной продукции, напротив, укладывались в параметрические параметры. В результате математическую обработку полученных данных проводили с использованием компонентов компьютерной программы Microsoft Office 2003 с вычислением средней абсолютной величины, ее погрешностей, а также рассчитанной по среднему значению относительной величины, представляющей часть от ПДУ, выраженного в %.

#### **4.1. Изучение содержания ТМ в местной продукции, выращенной на полях ФХ и на землях ЛПХ**

Ранее нами было установлено (глава 3, параграф 3.3), что в почве экологически неблагополучных агропромышленных территорий региона стабильно регистрируются превышения по содержанию ТМ, составляющие от 1,1 до 2,3 ПДК. Аналогичные данные в отношении содержания тяжелых металлов в воде, почве, донных отложениях ряда районов области были получены в совместных исследованиях сотрудников Саратовского государственного медицинского университета и научно-исследовательского института сельской гигиены [78].

При этом известно, что среди химических загрязнителей пищевых продуктов наибольшую опасность представляют ТМ [78, 126,127].

Целью данного раздела исследования было сравнительное изучение загрязнения ТМ местной пищевой продукции, производимой на экологически неблагополучных территориях фермерскими и личными подсобными хозяйствами.



Результаты анализа содержания ТМ в местных продуктах питания экологически неблагополучных МР Саратовской области представлены в Таблицы 4.1.1-4.1.8.

Представленные в таблицах 4.1.1-4.1.8. данные по изучению наличия четырех металлов (Pb, As, Cd, Hg) в отобранных пробах свежих местных пищевых продуктов свидетельствовали об отсутствии превышения ПДУ содержания в них контаминантов. Более того, концентрации изучаемых ТМ не только соответствовали действующим в РФ гигиеническим нормативам, но и практически были идентичны как в продуктах питания (хлебе, овощах, мясе и молоке коров), произведенных на полях ФХ, так и выращенных на участках ЛПХ в экологически неблагополучных районах Саратовской области. Тем не менее, следует отметить, что само присутствие ТМ в образцах свежих пищевых продуктов свидетельствовало о наличии постоянного экологического загрязнения контаминантами территорий, используемых для производства сельскохозяйственной продукции вне зависимости от форм хозяйственной деятельности (крупные агрофирмы, или личные подсобные хозяйства).

Исследованиями установлено, что средние концентрации ртути на уровне медианных значений во всей фермерской и продукции личных подсобных хозяйств (хлебе, мясе, молоке, картофеле и других овощах), выращенной и отобранной в Балаковском, Марксовском, Саратовском и Энгельском районах, была в 2-8 раз выше чем в остальных экологически неблагополучных районах Саратовской области ( $p < 0,001$ ), однако не превышала допустимых уровней, установленных для изучаемых продуктов на территории РФ (Таблицы 4.1.1-4.1.2).

**Таблица 4.1.1 – Сравнительное содержание свинца, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания, произведенных фермерскими хозяйствами экологически неблагополучных районов Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагополучных районов области	Содержание свинца, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания произведенных фермерскими хозяйствами									
	Хлеб ПДУ -0,3 мг/кг		Мясо ПДУ – 0,5 мг/кг		Молоко ПДУ – 0,1 мг/кг		Картофель ПДУ – 0,5		Овощи ПДУ -0,5	
	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %
Балаковского	<b>0,143*</b>	0,280	<b>0,122*</b>	0,398	<b>0,071*</b>	0,099	<b>0,091*</b>	0,271	<b>0,083*</b>	0,284
Дергачевского	0,034	0,122	0,032	0,167	0,017	0,085	0,024	0,123	0,022	0,111
Ершовского	0,028	0,117	0,030	0,135	0,034	0,086	0,029	0,119	0,029	0,123
Марксовского	<b>0,114*</b>	0,229	<b>0,110 *</b>	0,401	<b>0,048*</b>	0,098	<b>0,053*</b>	0,144	<b>0,047*</b>	0,134
Перелюбского	0,074	0,186	0,06 (баранина)	0,186	НД	НД	0,018	0,130	0,022	0,110
Романовского	0,023	0,087	0,045	0,134	0,019	0,079	0,013	0,111	0,011	0,122
Саратовского	<b>0,150*</b>	0,298	<b>0,084*</b>	0,188	<b>0,067*</b>	0,099	<b>0,069*</b>	0,201	<b>0,067*</b>	0,198
Федоровского	0,017	0,112	0,053	0,176	0,017	0,088	0,017	0,088	0,015	0,074
Энгельского	<b>0,110*</b>	0,244	<b>0,114*</b>	0,302	<b>0,052*</b>	0,076	<b>0,055*</b>	0,165	<b>0,045*</b>	0,157

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Ме – медиана; 90 % – 90-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания свинца в фермерском продуктах, при наличии статистически значимой разницы с учетом района производства; НД (нет данных) – означало отсутствие производства в районе коровьего молока в фермерских хозяйствах (культивируется производство баранины)

**Таблица 4.1.2 – Сравнительное содержание свинца, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания, выращенных личными подсобными хозяйствами в экологически неблагополучных районах Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагополучных районов области	Содержание свинца, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания произведенных фермерскими хозяйствами									
	Хлеб** ПДУ -0,3 мг/кг		Мясо ПДУ – 0,5 мг/кг		Молоко ПДУ – 0,1 мг/кг		Картофель ПДУ – 0,5		Овощи ПДУ -0,5	
	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %
Балаковского	<b>0,143</b>	0,280	<b>0,120*</b>	0,387	<b>0,071*</b>	0,099	<b>0,089*</b>	0,286	<b>0,080*</b>	0,280
Дергачевского	0,034	0,122	0,033	0,169	0,017	0,085	0,027	0,128	0,028	0,980
Ершовского	0,028	0,117	0,028	0,132	0,034	0,086	0,034	0,134	0,028	0,128
Марксовского	<b>0,114</b>	0,229	<b>0,11*</b>	0,412	<b>0,048*</b>	0,098	<b>0,045*</b>	0,165	<b>0,044*</b>	0,165
Перелюбского	0,074	0,186	0,051 (говядина)	0,168	0,028	0,088	0,018	0,130	0,022	0,110
Романовского	0,023	0,087	0,047	0,138	0,023	0,083	0,013	0,111	0,016	0,124
Саратовского	<b>0,150</b>	0,298	<b>0,082*</b>	0,199	<b>0,069*</b>	0,095	<b>0,069*</b>	0,201	<b>0,069*</b>	0,208
Федоровского	0,017	0,112	0,048	0,176	0,021	0,088	0,019	0,111	0,015	0,089
Энгельского	<b>0,110</b>	0,244	<b>0,113*</b>	0,328	<b>0,054*</b>	0,090	<b>0,057*</b>	0,201	<b>0,047*</b>	0,211

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Ме – медиана; 90 % – 90-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания свинца в продуктах личных подсобных хозяйств, при наличии статистически значимой разницы с учетом района производства; \*\* – приведены данные по содержанию свинца в хлебе, выращенном фермерскими хозяйствами и используемом в качестве местного продукта домохозяйствами личных подсобных хозяйств, при отсутствии собственного производства.

**Таблица 4.1.3 – Сравнительное содержание кадмия, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания, произведенных фермерскими хозяйствами экологически неблагополучных районов Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагополучных районов области	Содержание кадмия, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания произведенных фермерскими хозяйствами									
	Хлеб ПДУ -0,05 мг/кг		Мясо ПДУ – 0,05 мг/кг		Молоко ПДУ – 0,03 мг/кг		Картофель ПДУ – 0,03		Овощи ПДУ -0,03	
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковского	0,0017	0,0054	0,00017	0,00064	0,00018	0,00067	0,00018	0,00076	0,00018	0,00074
Дергачевского	0,0016	0,0040	0,00015	0,00060	0,0015	0,0072	0,00015	0,00078	0,00016	0,00067
Ершовского	0,0012	0,0036	0,00016	0,00063	0,0024	0,0083	0,00016	0,00066	0,00017	0,00068
Марксовского	0,0015	0,0060	0,00015	0,00065	0,00016	0,00072	0,00015	0,00040	0,00015	0,00062
Перелюбского	0,0015	0,0054	0,00015 (баранина)	0,00065	НД	НД	0,00015	0,00035	0,00014	0,00032
Романовского	0,0009	0,0027	0,00016	0,00054	0,00016	0,00067	0,00017	0,00055	0,00017	0,00066
Саратовского	0,0011	0,0033	0,00017	0,00065	0,00017	0,00049	0,00016	0,00056	0,00016	0,00055
Федоровского	0,0011	0,0033	<b>0,0155*</b>	0,0486	0,0015	0,0065	0,00017	0,00070	0,00017	0,00067
Энгельского	0,0015	0,0047	0,0015	0,0071	0,0015	0,0077	0,00015	0,00065	0,00015	0,00055

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Me – медиана; 90 % – 90-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания кадмия в фермерском продуктах, при наличии статистически значимой разницы с учетом района производства; НД (нет данных) – означало отсутствие производства в районе коровьего молока в фермерских хозяйствах (культивируется производство баранины)

**Таблица 4.1.4 – Сравнительное содержание кадмия, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания, выращенных личными подсобными хозяйствами в экологически неблагоприятных районах Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагоприятных районов области	Содержание кадмия, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания произведенных личными подсобными хозяйствами									
	Хлеб** ПДУ -0,05 мг/кг		Мясо ПДУ – 0,05 мг/кг		Молоко ПДУ – 0,03 мг/кг		Картофель ПДУ – 0,03		Овощи ПДУ -0,03	
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковского	0,0017	0,0054	0,00015	0,00088	0,00015	0,00087	0,00015	0,00090	0,00015	0,00073
Дергачевского	0,0015	0,0040	0,00015	0,00053	0,0015	0,0057	0,00015	0,00049	0,00015	0,00066
Ершовского	0,0012	0,0036	0,00015	0,00076	0,0020	0,0080	0,00015	0,00047	0,00015	0,00087
Марксовского	0,0015	0,0060	0,00017	0,00067	0,00017	0,00075	0,00017	0,00066	0,00017	0,00088
Перелюбского	0,0015	0,0054	0,00017 (говядина)	0,00066	0,00015	0,00047	0,00015	0,00078	0,00015	0,00057
Романовского	0,0009	0,0027	0,00016	0,00078	0,00016	0,00079	0,00016	0,00061	0,00016	0,00070
Саратовского	0,0011	0,0033	0,00017	0,00089	0,00017	0,00099	0,00017	0,00101	0,00017	0,00077
Федоровского	0,0011	0,0033	<b>0,0148*</b>	0,0490	0,0016	0,0078	0,00016	0,00061	0,00016	0,00070
Энгельского	0,0015	0,0047	0,0015	0,0038	0,0015	0,0056	0,00015	0,00067	0,00015	0,00057

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Me – медиана; 90 % – 90-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания кадмия в продуктах личных подсобных хозяйств, при наличии статистически значимой разницы с учетом района производства; \*\* – приведены данные по содержанию кадмия в хлебе, выращенном фермерскими хозяйствами и используемом в качестве местного продукта домохозяйствами личных подсобных хозяйств, при отсутствии собственного производства.

**Таблица 4.1.5 – Сравнительное содержание ртути, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания, произведенных фермерскими хозяйствами экологически неблагополучных районов Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагополучных районов области	Содержание ртути, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания произведенных фермерскими хозяйствами									
	Хлеб ПДУ -0,01 мг/кг		Мясо ПДУ – 0,03 мг/кг		Молоко ПДУ – 0,005 мг/кг		Картофель ПДУ – 0,02 мг/кг		Овощи ПДУ -0,02 мг/кг	
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковского	0,001	0,008	0,0011	0,019	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Дергачевского	0,001	0,007	0,0011	0,018	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Ершовского	0,001	0,008	0,0011	0,023	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Марксовского	0,001	0,008	0,0011	0,021	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Перелюбского	0,001	0,008	0,0011 (баранина)	0,018	НД	НД	0,001	0,003	0,001	0,003
Романовского	0,002	0,009	0,0011	0,017	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Саратовского	0,001	0,008	0,0045	0,019	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Федоровского	<b>0,010*</b>	0,015	<b>0,0100*</b>	0,029	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,004
Энгельского	<b>0,010*</b>	0,015	<b>0,0100*</b>	0,029	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,004

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Me – медиана; 90 % – 90-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания ртути в фермерском продуктах, при наличии статистически значимой разницы с учетом района производства; НД (нет данных) – означало отсутствие производства в районе коровьего молока в фермерских хозяйствах (культивируется производство баранины)

**Таблица 4.1.6 – Сравнительное содержание ртути, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания, выращенных личными подсобными хозяйствами в экологически неблагоприятных районах Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагоприятных районов области	Содержание ртути, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания произведенных личными подсобными хозяйствами									
	Хлеб** ПДУ -0,01 мг/кг		Мясо ПДУ – 0,03 мг/кг		Молоко ПДУ – 0,005 мг/кг		Картофель ПДУ – 0,02 мг/кг		Овощи ПДУ -0,02 мг/кг	
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковского	0,001	0,008	0,001	0,018	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,004
Дергачевского	0,001	0,007	0,001	0,017	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Ершовского	0,001	0,008	0,001	0,021	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Марксовского	0,001	0,008	0,001	0,023	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,004
Перелюбского	0,001	0,008	0,001 (говядина)	0,018	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Романовского	0,002	0,009	0,001	0,017	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003
Саратовского	0,001	0,008	0,003	0,022	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,004
Федоровского	<b>0,010*</b>	0,015	<b>0,010*</b>	0,029	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,004
Энгельского	<b>0,010*</b>	0,015	<b>0,010*</b>	0,029	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,004

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Me – медиана; 90 % – 90-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания ртути в продуктах личных подсобных хозяйств, при наличии статистически значимой разницы с учетом района производства; \*\* – приведены данные по содержанию ртути в хлебе, выращенном фермерскими хозяйствами и используемом в качестве местного продукта домохозяйствами личных подсобных хозяйств, при отсутствии собственного производства.

**Таблица 4.1.7 – Сравнительное содержание мышьяка, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания, произведенных фермерскими хозяйствами экологически неблагополучных районов Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагополучных районов области	Содержание мышьяка, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания произведенных фермерскими хозяйствами									
	Хлеб ПДУ -0,1 мг/кг		Мясо ПДУ – 0,1 мг/кг		Молоко ПДУ – 0,05 мг/кг		Картофель ПДУ – 0,2 мг/кг		Овощи ПДУ -0,2 мг/кг	
	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %
Балаковского	<b>0,0580*</b>	0,0970	<b>0,0375*</b>	0,0987	0,0050	0,0094	0,0050	0,0095	0,0050	0,0098
Дергачевского	0,0050	0,0087	0,0050	0,0098	0,0050	0,0089	0,0050	0,0088	0,0050	0,0086
Ершовского	0,0020	0,0078	0,0050	0,0097	0,0050	0,0095	0,0050	0,0097	0,0050	0,0097
Марксовского	<b>0,0550*</b>	0,096	<b>0,0560*</b>	0,0905	0,0050	0,0088	0,0050	0,0089	0,0050	0,0095
Перелюбского	0,0020	0,0082	0,0050 (баранина)	0,0098	НД	НД	0,0050	0,0096	0,0050	0,0088
Романовского	0,0020	0,0080	0,0050	0,0089	0,0050	0,0097	0,0050	0,0097	0,0050	0,0098
Саратовского	0,0020	0,0089	0,0050	0,0095	0,0050	0,0089	0,0050	0,0095	0,0050	0,0097
Федоровского	<b>0,0530*</b>	0,0960	<b>0,0360*</b>	0,0934	0,0050	0,0096	0,0050	0,0088	0,0050	0,0089
Энгельского	<b>0,0560*</b>	0,0970	<b>0,0450*</b>	0,0987	0,0050	0,0086	0,0050	0,0095	0,0050	0,0097

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Ме – медиана; 90 % – 90-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания мышьяка в фермерском продуктах, при наличии статистически значимой разницы с учетом района производства; НД (нет данных) – означало отсутствие производства в районе коровьего молока в фермерских хозяйствах (культивируется производство баранины)



**Таблица 4.1.8 – Сравнительное содержание мышьяка, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания, выращенных личными подсобными хозяйствами в экологически неблагополучных районах Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагополучных районов области	Содержание мышьяка, мг/кг (медиана и 90-й процентиль) в местных продуктах питания произведенных личными подсобными хозяйствами									
	Хлеб ПДУ -0,1 мг/кг		Мясо ПДУ – 0,1 мг/кг		Молоко ПДУ – 0,05 мг/кг		Картофель ПДУ – 0,2 мг/кг		Овощи ПДУ -0,2 мг/кг	
	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %
Балаковского	<b>0,0580*</b>	0,0970	<b>0,0375*</b>	0,0987	0,0050	0,0097	0,0050	0,0098	0,0050	0,0095
Дергачевского	0,0050	0,0087	0,0050	0,0098	0,0050	0,0089	0,0050	0,0086	0,0050	0,0088
Ершовского	0,0020	0,0078	0,0050	0,0097	0,0050	0,0096	0,0050	0,0097	0,0050	0,0097
Марксовского	<b>0,0550*</b>	0,096	<b>0,0560*</b>	0,0905	0,0050	0,0086	0,0050	0,0095	0,0050	0,0089
Перелюбского	0,0020	0,0082	0,0050 (говядина)	0,0098	0,0050	0,0097	0,0050	0,0088	0,0050	0,0096
Романовского	0,0020	0,0080	0,0050	0,0089	0,0050	0,0094	0,0050	0,0098	0,0050	0,0097
Саратовского	0,0020	0,0089	0,0050	0,0095	0,0050	0,0089	0,0050	0,0097	0,0050	0,0095
Федоровского	<b>0,0530*</b>	0,0960	<b>0,0360*</b>	0,0934	0,0050	0,0095	0,0050	0,0089	0,0050	0,0088
Энгельского	<b>0,0560*</b>	0,0970	<b>0,0450*</b>	0,0987	0,0050	0,0088	0,0050	0,0097	0,0050	0,0095

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Ме – медиана; 90 % – 90-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания мышьяка в продуктах личных подсобных хозяйств, при наличии статистически значимой разницы с учетом района производства; \*\* – приведены данные по содержанию ртути в хлебе, выращенном фермерскими хозяйствами и используемом в качестве местного продукта домохозяйствами личных подсобных хозяйств, при отсутствии собственного производства.

Средние концентрации содержания ртути в продукции четырех выше указанных районов, вне зависимости от формы хозяйственной собственности, и определяемые на уровне 90-го перцентиля, были максимально приближены к ПДУ и составляли для хлеба 0,229-0,299 мг/кг, мяса 0,188-0,401 мг/кг, молока 0,076-0,099 мг/кг, картофеля 0,165-0,271 мг/кг, овощей 0,134-0,284 мг/кг. Следует отметить, что показатели содержания тяжелых металлов (Pb, Cd, Hg, As) в хлебной продукции личных подсобных хозяйств, были представлены в Таблицы 4.1.1-4.1.8 по их содержанию в хлебе, выращенном из зерна ФХ, т. к. в ЛПХ зерновое производство отсутствовало. Напротив, отсутствие воспроизводства крупного рогатого скота и молока ФХ Перелюбского района, культивирующихся на производстве баранины, не означало, что в ЛПХ данного района не получали молоко от местных коров, что нашло отражение в табличных данных (Таблицы 4.1.1-4.1.8).

Показатели сравнительного анализа содержания средних медианных концентраций кадмия в различной местной продукции, полученной из 9-ти различных экологически неблагополучных районах области были одинаковыми, как у фермеров, так и в личных хозяйствах и широко варьировали, оставаясь при этом в 20-200 раз ниже допустимых уровней контаминанта, установленного в РФ для каждого вида исследуемых пищевых продуктов (Таблицы 4.1.3-4.1.4). При этом медианная концентрация содержания кадмия в мясе фермерского, составлявшая 0,0155 мг/кг и личного подсобного хозяйства – 0,0148 мг/кг Федоровского района была в 100 раз выше средних медиан данного контаминанта в говядине других МР области, но в 3 раза меньше установленного ПДУ (0,05 мг/кг). Верхняя граница содержания кадмия в мясе Федоровского района на уровне 90-го перцентиля вне зависимости от формы предпринимательства была одинакова, составляла 0,049 мг/кг и практически соответствовала границе допустимого уровня содержания тяжелого металла в мясе.

Медианные значения концентраций ртути в мясе Федоровского и Энгельского МР области фермерских и частных хозяйств были в 3 раза меньше допустимого уровня, а в хлебе на уровне ПДУ (Таблицы 4.1.5-4.1.6). При этом концентрация ртути на уровне 90-го перцентиля в мясе была на границе допустимого уровня (0,029 мг/кг), а в хлебе, превышала ПДУ (0,01 мг/кг), составляя 0,015 мг/кг. В остальных экологически неблагополучных районах области во всей исследуемой продукции фермерских и личных хозяйств медианные концентрации ртути были значимо ниже, чем в Федоровском и Энгельском районах ( $p < 0,001$ ) и в 5-30 раз ниже допустимых величин.

Высокие медианные концентрации содержания мышьяка, составляющие 36-56 % от допустимого уровня содержания металла в мясе и 53-58 % допустимого уровня в хлебе были выявлены в ФХ Балаковского, Марксовского, Федоровского и Энгельского районах области. Концентрации мышьяка на уровне 90-го перцентиля в хлебе и мясе данных районов были на границе допустимого уровня (0,1 мг/кг), составляя 0,093-0,098 мг/кг (Таблицы 4.1.7-4.1.8). Медианные концентрации мышьяка в остальных экологически неблагополучных районах области во всей исследуемой продукции фермерских и частных хозяйств были значимо ниже, чем в Федоровском, Энгельском, Балаковском и Марксовском районах ( $p < 0,001$ ) и в 10 -50 раз ниже допустимых величин (Таблицы 4.1.7-4.1.8).

Гигиеническая оценка изучения содержания в местных пищевых продуктах четырех тяжелых металлов (Pb, As, Hg и Cd) объяснялась действующими в настоящее время в РФ санитарными нормативами, распространяющимися на конкретное нахождение данных металлов в пище [166].

Проведенными нами исследованиями, направленными на выявление остаточных количеств тяжелых металлов в исследуемых образцах местных пищевых продуктов было установлено, что срединные медианы концентраций содержания контаминантов не превышали допустимых

величин, однако значения концентраций поллютантов на уровне 90-го перцентиля в продукции ряда обследуемых районов, практически соответствовали ПДУ и даже его превышали. Установленные концентрации металлов в местных продуктах питания свидетельствовали о наличии загрязнения токсичными соединениями, как самой окружающей среды, так и используемых сельскохозяйственных угодий.

Аналогичные результаты, связанные с контаминацией тяжелыми металлами местных продуктов питания, были выявлены исследователями, изучавшими последствия производственной деятельности медно-никелевого комбината, расположенного в Печенгском районе Мурманской области [51].

Неравномерное распределение содержания тяжелых металлов в местной продукции экологически неблагоприятных районов Саратовской области напрямую было связано с количественным содержанием данных загрязнителей в региональных объектах окружающей среды и, прежде всего, в почве [94].

Проведенными нами исследованиями было установлено, что наибольшую опасность в отношении загрязнения местных продуктов питания тяжелыми металлами представляли пять МР области: Энгельский, Федоровский, Балаковский, Марксовский и Саратовский (Таблица 4.1.9). В данных районах медианное содержание концентраций свинца в местных продуктах питания, вне зависимости от формы ведения хозяйственной деятельности, определялось в максимальных статистически значимых количествах в сравнении с другими экологически неблагополучными районами области. В четырех районах области: Балаковском, Марксовском, Энгельском и Федоровском, наряду со свинцом в местных продуктах питания (хлебе и мясе) в максимальных медианных концентрациях, в сравнении с другими районами, обнаруживался мышьяк, а в Энгельском и Федоровском районах в тех же продуктах, дополнительно в максимальных медианных концентрациях выявлялась Hg. Кадмий в максимальных медианных концентрациях был обнаружен лишь в мясе, производимом

фермерскими и личными подсобными хозяйствами Федоровского района. Тем не менее, в хлебе фермерских хозяйств Федоровского района высоких медианных концентраций Pb выявлено не было. В Саратовском районе области, напротив, во всех местных продуктах, в максимальных медианных концентрациях обнаруживался только свинец, а концентрации остальных тяжелых металлов (As, Hg и Cd) были значительно меньшими (Таблица 4.1.9).

Высокое содержание Pb в медианных концентрациях и концентрациях на уровне 90-го перцентиля в местных продуктах питания, независимо от формы собственности, производимых в Энгельском, Балаковском, Марксовском и Саратовском районах, можно объяснить тем, что данные МР являются крупнейшими агропромышленными центрами области с общим населением более 500 тыс. человек, использующие в личных и производственных целях почти 250 тыс. единиц транспорта. Данные районы соединены с областным центром крупными, средними и мелкими разветвленными автомобильными трассами, являющимися постоянными накопителями автотранспортных выбросов, содержащих свинец. Его аккумуляция происходит в почве, воде, воздухе с последующим осаждением на фермерских полях и в почве личных подсобных участков.

**Таблица 4.1.9 – Комбинации содержания тяжелых металлов в местных продуктах питания в максимальных медианных концентрациях при наличии статистически значимой разницы между экологически неблагополучными районами производства Саратовской области**

Экологически неблагополучные районы области, содержащие максимальные медианные концентрации тяжелых металлов	Комбинации содержание тяжелых металлов в местных продуктах питания в максимальных медианных концентрациях				
	Хлеб	Мясо	Молоко	Картофель	Овощи
Балаковский	Pb, As	Pb, As	Pb	Pb	Pb
Марковский	Pb, As	Pb, As	Pb	Pb	Pb
Саратовский	Pb	Pb	Pb	Pb	Pb
Федоровский	Pb, Hg	Pb, As, Cd	Pb	Pb	Pb
Энгельский	Pb, As, Hg	Pb, As, Hg	Pb	Pb	Pb

Примечание: Pb- свинец, As – мышьяк, Hg – ртуть, Cd – кадмий

Актуальность присутствия As в хлебе и мясе в значительных медианных концентрациях, а также в концентрациях на уровне 90-го перцентиля Энгельсского, Балаковского, Марковского и Федоровского района области, на наш взгляд, объясняется рядом причин. Прежде всего, длительной работой в поселке Горный предприятия по уничтожению химического оружия (УХО), на котором в общей сложности было уничтожено более 500 тонн химического оружия, прежде всего люизита и адамсита, созданных на основе мышьяка. Затем в 2011 г на объект в п. Горный, содержащий 1 тыс. тонн жидких реакционных масс, на переработку из Камбарки (Удмуртия) поступило еще 10,7 тыс тонн сухих солей реакционных масс арсенида. При этом, если за год в мире в обороте находится 18 тыс. тонн оксида мышьяка, то Россия потребляет всего 2,5 тысячи тонн. Сегодня Федеральное казенное предприятие по УХО в п.Горный, располагает базой более 10 тыс. тонн арсенида галлия (стоимость 1 кг металлического мышьяка около 2 тыс. долларов), который может использоваться в микроэлектронике, производстве фотоэлементов, солнечных батарей. Однако в связи с отсутствием дефицита в России природных ресурсов источников мышьяка, его выделение из вторичного сырья практически не производится, хотя в США используют регенерации малых количеств «чистого мышьяка» при рециклинге арсенида галлия [ 23, 24].

Накопление As в почве сельскохозяйственных районов могло быть также связано с ранее интенсивным использованием на полях запрещенных сегодня мышьяксодержащих ядохимикатов, в том числе для проведения дезинсекции и дератизации (инсектициды и фунгициды на основе арсенатов кальция и натрия).

Присутствие мышьяка в объектах среды можно объяснить также наличием на территории Энгельсского района в/ч 06987 с базированием стратегических бомбардировщиков ТУ-160 и мастерских военной электронной промышленности, а на территории Балаковского района

металлургического комбината, использующего соединения мышьяка при получении антикоррозионных сплавов.

Наконец, нельзя исключать выхода из подземных слоев As, в результате частого бурения скважин глубиной более 150 м, особенно на землях Марковского района, удаленных от централизованной системы водоснабжения, с целью дальнейшего перспективного использования в виде питьевых скважин. Однако добываемая межпластовая высокоминерализованная вода часто несет в своем составе и As, который в дальнейшем попадает в другие водоемы и почву. Проблемы, связанные с подъемом As при бурении скважин с последующим загрязнением металлом природной среды и опасности для здоровья населения, описаны в литературе на примере использования воды Бангладешских колодцев [267].

Наличие высоких медианных концентраций Hg как на полях фермерских, так и личных подсобных хозяйств Энгельского и Федоровского районов можно объяснить за счет антропогенных источников поступления, связанных, с одной стороны, с повторной мобилизацией исторических антропогенных выбросов, отложившихся в почвах, водных объектах, мусорных свалках. Так, на территории Федоровского района до сих пор для хранения зерна повсеместно используют разрешенный ртутьсодержащий инсектофунгицид – гранозан, основным действующим началом которого является этилмеркурхлорид, а обширные участки в районе занимают нелегальные мусорные свалки и полигоны захоронения твердых бытовых отходов с повсеместным наличием ртутных ламп, что не может не сказаться на загрязнении почвы и водоемов тяжелым металлом.

Значительное место среди отходов при добыче, переработке нефти и газа занимают выбросы, содержащие шлакообразователи тяжелых металлов, в том числе ртуть. Подобные работы на территории Энгельского района Саратовской области ведутся уже на протяжении более семидесяти лет и продолжают сегодня компанией ОАО «Саратовнефтегаз». Также на территории Энгельского района имеется огромный накопитель шлама



гальванических отходов, содержащих соединения ртути производства и переработки электронного оборудования батарей транспортных средств ОАО «9 ЦАРЗ МО РФ» (Центральным авторемонтным заводом).

Происхождения загрязнения высокими медианными концентрациями кадмия мяса, производимого в Федоровском районе как фермерскими, так и ЛПХ связано с использованием кормовых белоксодержащих растений (клевера, люцерны, рапса, сои), удобряемых дешевыми фосфатными удобрениями и в дальнейшем идущих на корм скоту. Насыщенные кадмием фосфаты провоцируют способность поглощать этот элемент из почвы, накапливаться в кормах, а затем и в мясе животных.

К наиболее уязвимым продуктам питания по комплексному загрязнению тяжелыми металлами были отнесены хлеб и мясо. Полученный результат объясняется избирательным отношением изучаемых ТМ к способности аккумулировать данными видам продовольственного сырья: растительного – зерно – хлеб и животного происхождения – мясо. Аналогичные результаты были получены ранее в процессе экологической оценки содержания ТМ в продуктах питания Томской области, когда именно в мясной продукции было выявлено максимальное количество кадмия, а свинца – как в продукции растительного, так и животного происхождения [33].

Таким образом, в результате проведенных исследований нами было установлено:

- данные по изучению наличия четырех металлов (Pb, As, Cd, Hg) в отобранных пробах свежих местных пищевых продуктов девяти изучаемых экологически неблагополучных МР области свидетельствовали об отсутствии превышения допустимого уровня содержания в них контаминантов. Более того, концентрации изучаемых ТМ не только соответствовали действующим в РФ гигиеническим нормативам, но и, практически, были идентичны как в продуктах питания (хлебе, овощах, мясе

и молоке коров), произведенных на полях ФХ, так и выращенных на участках ЛПХ в экологически неблагополучных районах области;

- медианные концентрации содержания тяжелых металлов в образцах пищевых продуктов, выращенных на экологически неблагополучных территориях фермерских и личных подсобных хозяйств, поступающих в розничную сеть для реализации, а также для внутреннего использования в качестве местной пищи не имело значимых достоверных различий в отношении их загрязнения данными контаминантами;

- в исследуемых образцах пищевых продуктов, выращенных в Энгельском, Федоровском Саратовском, Балаковском и Марксовском районах на фермерских и личных подсобных хозяйствах превышение содержания концентраций изучаемых ТМ как по средним медианным, так и по содержанию контаминантов на уровне 90-го перцентиля было значимо выше в сравнении с другими экологически неблагополучными районами Саратовской области. Так, средние концентрации содержания ртути в продукции четырех выше указанных районов, вне зависимости от формы хозяйственной собственности, и определяемые на уровне 90-го перцентиля, были максимально приближены к ПДУ и составляли для хлеба 0,229-0,299 мг/кг, мяса 0,188-0,401 мг/кг, молока 0,076-0,099 мг/кг, картофеля 0,165 - 0,271 мг/кг, овощей 0,134-0,284 мг/кг. Верхняя граница содержания кадмия в мясе из Федоровского района на уровне 90-го перцентиля, вне зависимости от формы предпринимательства была одинакова, составляла 0,049 мг/кг и, практически, соответствовала границе допустимого уровня содержания тяжелого металла в мясе;

- рассматривая весь ассортимент отобранных видов свежих пищевых продуктов, необходимо выделить в качестве наиболее уязвимых сорбентов совокупного комплекса загрязнения оцениваемыми металлами (Pb, As, Cd, Hg) хлеб и мясо;

- присутствие тяжелых металлов в образцах свежих пищевых продуктов свидетельствовало о наличии постоянного экологического

загрязнения контаминантами территорий, используемых для производства сельскохозяйственной продукции вне зависимости от форм хозяйственной деятельности (крупные агрофирмы, или личные подсобные хозяйства).

#### **4.2. Изучение содержания пестицидов в местной продукции, выращенной на полях ФХ и на землях ЛПХ**

В современной жизни трудно недооценить роль химической промышленности для устойчивого роста производства сельскохозяйственной продукции. Однако сегодня известно, что при этом может наноситься и необратимый вред как для здоровья конкретного человека, будущих поколений, так и экологии планеты в целом. Исследования по изучению вреда здоровью от содержания пестицидов в продуктах питания находится под пристальным вниманием ученых гигиенистов. При этом бытует мнение, что частники используют химикаты в меньшей степени, чем большие аграрные хозяйства, следовательно, продукты питания у частника на рынке должны быть более безопасны, чем в супермаркете. Проверить наличие безопасного уровня содержания агрохимикатов в продуктах сельхозпроизводителей можно только проведя санитарно-гигиенические исследования, направленные на определение содержания пестицидов в местной продукции, выращенной на полях ФХ и на землях ЛПХ.

Цель данного раздела исследования заключалась в сравнительной гигиенической оценке загрязнения некоторыми пестицидами образцов сельскохозяйственных пищевых продуктов, выращенных на фермерских полях и землях ЛПХ экологически неблагополучных территорий региона и используемых в качестве местной пищи.

Исследованиями установлено, что средние концентрации хлорорганических пестицидов: ДДТ и его метаболитов, а также ГХЦГ и его изомеров на уровне медианных значений и 95-го перцентиля в овощной (включая капусту, картофель, морковь, свеклу, помидору и кабачки) и

мясной продукции, выращенной на территориях всех изучаемых нами экологически неблагополучных районов, были одинаковыми, вне зависимости их воспроизводства на ФХ, или ЛПХ. При этом медианные концентрации ДДТ и ГХЦГ в овощной и мясной продукции не превышали 0,05 мг/кг, что было в два раза ниже допустимого уровня, установленного для содержания каждого пестицида в мясе, картофеле и овощной продукции (не более 0,1 мг/кг) ( $p < 0,001$ ) и на порядок ниже для пестицида ГХЦГ и его изомеров в овощах (ПДУ – 0,5 мг/кг) ( $p = 0,001$ ). Средние концентрации содержания в овощах и мясе хлорорганических пестицидов на уровне 95-го перцентиля были на уровне 0,09-0,1 мг/кг, однако также не превышали ПДК. Верхняя граница содержания ГХЦГ в овощах на уровне 95-го перцентиля во всех изучаемых районах была практически одинаковой и составляла 0,47-0,49 мг/кг, что также не выходило за пределы допустимых величин.

Результаты сравнительного анализа изучения средних концентраций содержания ДДТ и ГХЦГ в молоке на уровне 50-го и 95-го перцентилей, производимом в 9-ти различных экологически неблагополучных МР области не имели аналогичных стабильных особенностей по содержанию контаминантов, ранее отмечаемых для мяса и овощей. Медианное содержание хлорорганических пестицидов в молоке ряда районов статистически значимо отличалось, хотя и не превышало допустимых величин, сохраняя при этом идентичность на местах, вне зависимости от формы ведения хозяйственной собственности: личная подсобная, или фермерская (Таблица 4.2.1).

Медианные концентрации ДДТ 0,02 мг/кг и ГХЦГ 0,01 мг/кг в молоке производства Энгельского района, вне зависимости от форм ведения хозяйства были в 2,5-5 раз меньше ( $p < 0,001$ ), а в Балаковском и Марксовском (ДДТ около 0,03 мг/кг и ГХЦГ 0,02 мг/кг, соответственно в 1,6-2,5 раза меньше) ( $p < 0,001$ ), чем в остальных неблагополучных районах области, где медиана по содержанию ДДТ колебалась от 0,047 до 0,049 мг/кг, а по содержанию ГХЦГ от 0,044 до 0,046 мг/кг.

Средние концентрации содержания в молоке хлорорганических пестицидов всех районов на уровне 95-го перцентиля были по содержанию ДДТ от 0,046 до 0,050 мг/кг, а по содержанию ГХЦГ от 0,042 до 0,050 мг/кг, и также не выходили за пределы допустимых величин.

**Таблица 4.2.1 – Содержание хлорорганических пестицидов в коровьем молоке фермерских и ЛПХ экологически неблагополучных районов области**

Пробы, отобранные экологически неблагополучных районов области	Содержание хлорорганических пестицидов (мг/кг) в коровьем молоке фермерских и ЛПХ							
	ФХ				ЛПХ			
	ддт и его метаболиты (пду 0,05 мг/кг)		гхцг $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -изомеры (пду 0,05 мг/кг)		ддт и его метаболиты (пду 0,05 мг/кг)		гхцг $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -изомеры (пду 0,05 мг/кг)	
	Ме	95 %	Ме	95 %	Ме	95 %	Ме	95 %
Балаковского	0,030*	0,048	0,020*	0,042	0,030*	0,048	0,020*	0,042
Дергачевского	нет данных		нет данных		нет данных		нет данных	
Ершовского	0,047	0,050	0,044	0,050	0,047	0,050	0,044	0,050
Марковского	0,030*	0,048	0,020*	0,047	0,030*	0,048	0,020*	0,047
Перелюбского	0,049	0,050	0,046	0,050	0,049	0,050	0,460	0,050
Романовского	0,049	0,050	0,046	0,050	0,049	0,050	0,046	0,050
Саратовского	0,047	0,050	0,046	0,050	0,047	0,050	0,046	0,050
Федоровского	0,049	0,050	0,046	0,050	0,049	0,050	0,046	0,050
Энгельского	0,020*	0,046	0,010*	0,044	0,020*	0,046	0,010*	0,043

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; Ме – медиана; 95 %-й доверительный интервал (перцентиль); \* – медианы содержания хлорорганических пестицидов в фермерском молоке и молоке с личных подсобных хозяйств, при наличии статистически значимой разницы с учетом района выращивания; нет данных – означало отсутствие производства в районе коровьего молока (культивируется производство баранины)

Проведенный нами предварительный опрос сельскохозяйственных производителей об использовании пестицидов и гербицидов позволил установить широкое применение, как на полях современных ФХ, так и ЛПХ

ряда ФОП. Среди них наиболее часто применялись такие инсектициды, как хлорпирифос, малатион и гербициды на основе глифосата.

Проведенными исследованиями (Таблица 4.2.2) было выявлено наличие хлорпирифоса в овощной продукции (средние медианные величины содержания поллютанта в капусте, кабачках, помидоре, картофеле) на территориях ряда ФХ исследуемых МР Заволжья: Дергачевского, Ершовского, Перелюбского и Федоровского, в концентрациях в 2 раза превышающих ( $p < 0,001$ ) его наличие в той же продукции тех же районов личных подсобных хозяйств. Вместе с этим, в максимальных концентрациях, близких к допустимым, хлорпирифос обнаруживался в овощах в выше перечисленных районах, только на уровне 95-го перцентиля.

**Таблица 4.2.2 – Содержание фосфорорганических пестицидов (малатиона и хлорпирифоса) в местной овощной продукции, выращенной на участках ЛПХ и ФХ экологически неблагополучных районов области**

Пробы, отобранные с экологически неблагополучных районов области	Содержание ФОП (мг/кг) в местной овощной продукции, выращенных на участках ЛПХ и ФХ						
	ЛПХ				ФХ		
	малатион (пду 0,5мг/кг)		Хлорпирифос (пду 0,01 мг/кг)		малатион (пду 0,5мг/кг)	хлорпирифос (пду 0,01 мг/кг)	
	Ме	95 %	Ме	95 %	Ме	Ме	95 %
Балаковского	0,21	0,44	Нет		нет	нет	
Дергачевского	0,42*	0,49	0,0039	0,0088	нет	0,0078**	0,0098
Ершовского	0,44*	0,49	0,0039	0,0089	нет	0,0079**	0,0098
Марковского	0,22	0,44	Нет		нет	нет	
Перелюбского	0,45*	0,50	0,0040	0,0092	нет	0,0081**	0,0099
Романовского	0,19	0,41	Нет		нет	нет	
Саратовского	0,13	0,38	Нет		нет	нет	
Федоровского	0,45*	0,50	0,0040	0,0093	нет	0,0081**	0,0099
Энгельского	0,16	0,41	Нет		нет	нет	

Примечание: \*статистически значимая разница в медианном содержании малатиона в овощах фермерских и личных подсобных хозяйств различных районов области; \*\* – медианы содержания хлорпирифоса в овощах фермерских и личных подсобных хозяйств, при наличии статистически значимой разницы с учетом района выращивания; нет – поллютант в продукции не обнаружен.

В овощной продукции остальных исследуемых экологически неблагоприятных районов области вне зависимости от формы хозяйств хлорпирифос обнаружен не был.

Широкое использование малатиона нашло применение в обработке сельскохозяйственной продукции лишь на землях ЛПХ. Средний медианный уровень его содержания в овощной продукции колебался в различных экологически неблагоприятных районах от 26 % до 90 % допустимых величин (соответственно, 0,13-0,45 мг/кг) и зависел от районов культивирования сельхозпродукции. Однако, в засушливых районах (Дергачевском, Ершовском, Перелюбском и Федоровском) с частым значительным ежегодным количеством насекомых вредителей медианное содержание инсектицида в овощной продукции было в 2 раза выше, достигая статистически значимых величин ( $p < 0,001$ ) в сравнении с другими районами области и максимального уровня допустимых величин, особенно в концентрациях на уровне 90-го перцентиля (0,50 мг/кг).

Средние концентрации глифосата (Таблица 4.2.3), рассчитанные на уровне 50-го перцентиля в овощной продукции засушливых Заволжских районов (Дергачевском, Ершовском, Перелюбском, Федоровском) были статистически значимо ( $p < 0,001$ ) в 2,12 раза больше, чем концентрации данного контаминанта в овощах, выращенных в черноземных МР (Саратовский, Балаковский, Марковский, Энгельский) области. При этом средняя концентрация контаминированности глифосатом овощной продукции экологически неблагоприятных регионов области на уровне 95-го перцентиля была максимально допустимой, составляя 0,306 мг/кг.

В овощной продукции изучаемых ЛПХ исследуемых районов области наличие содержания глифосата выявлено не было.

Действующим законодательством стран Евразийского Союза (Россия является членом Союза) при исследовании безопасности пищевой продукции на наличие пестицидов объектом изучения химических контаминантов прежде всего являются ДДТ и ГХЦГ. Последнее связано с тем, что, несмотря

на запрет их производства и применения еще в 2001 году (согласно Стокгольмской конвенции), данные стойкие органические загрязняющие вещества ранее на протяжении десятилетий широко использовались, что привело к накоплению последних в той или иной изомерной форме в почве и воде.

**Таблица 4.2.3 – Содержание фосфорорганических гербицидов (на основе глифосата) в местной овощной продукции, выращенной на полях ФХ экологически неблагоприятных районов Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагоприятных районов области	Содержание гербицидов (на основе глифосата в мг/кг) в местной овощной продукции, выращенной на полях ФХ (ПДУ в овощах 0,3 мг/кг)		
	Процентиль		Уровень статистической значимости
	50 %	95 %	
Балаковского	0,120	0,230	Z= – 1,48; p=0,143
Дергачевского	0,278	0,298	Z= – 4,55; p<0,001*
Ершовского	0,281	0,299	Z= – 5,56; p<0,001*
Марковского	0,124	0,253	Z= – 0,99; p=0,323
Перелюбского	0,282	0,299	Z= – 7,64; p<0,001*
Романовского	0,149	0,277	Z= – 1, 26; p=0,200
Саратовского	0,105	0,228	Z= – 0,75; p =0,459
Федоровского	0,277	0,298	Z= – 3,53; p<0,001*
Энгельсского	0,138	0,266	Z= – 1,21; p =0,230

Примечание: ПДУ – предельно допустимый уровень; 50 %-й и 95 %-й доверительный интервал (процентиль); \* – медианы содержания глифосата в фермерской овощной продукции при наличии статистически значимой разницы с учетом района выращивания

Проведенные нами исследования, направленные на выявление остаточных количеств хлорорганических пестицидов ГХЦГ (его изомеров  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ - линдана) и ДДТ (его метаболитов в сумме) установили, что содержание контаминантов в исследуемых местных образцах продуктов питания было минимальным. При этом контаминация продуктов питания ХОП напрямую связана с ранее установленным содержанием данных



пестицидов в региональных объектах окружающей среды и, прежде всего, в почве [51].

Наличие выявленных остаточных количеств ХОП в продуктах питания на территории области можно объяснить длительным преобладанием в структуре экономики региона постоянного воспроизводства сельскохозяйственной продукции с интенсивным использованием агрохимикатов. Более низкие уровни содержания ДДТ, ГХЦГ и их изомеров и метаболитов в молоке трех экологически неблагополучных районах области (Марксовском, Балаковском и Энгельском) можно объяснить особенностями питания коров, в частности, постоянным использованием для питьевых целей животных воды из магистралей централизованной системы водоснабжения реки Волга.

Наличие хлорпирифоса в овощной продукции в концентрациях ПДУ на территориях ФХ ряда районов Заволжья (Дергачевского, Ершовского, Перелюбского и Федоровского) было связано с использованием авиационно-химической защиты растений от распространения вредителей (саранчи), надвигающихся с южных (Астраханских и Волгоградских) регионов низовья Волги. Прогноз появления стадной саранчи с последующим ее массовым размножением, требующий своевременного проведения обработки инсектицидами, базировался на наличии ранней теплой весны с низкими и кратковременными паводками, а затем и летней засухой, привлекающей саранчу в период яйцекладки [79].

Напротив, более низкое обнаружение хлорпирифоса в овощной продукции, выращенной на землях ЛПХ тех же районов области в концентрациях, составлявших 50 % от МДУ, объяснялось частичным заносом пестицида после авиационной обработки, а также традиционным для личных домохозяйств использованием малатиона и его производных в качестве инсектицидов при обработке сельскохозяйственных культур.

Наличие содержания глифосата (N-фосфонометилглицина) – действующего начала широко используемых гербицидов «Раундап»,

«Торнадо» для борьбы с сорняками в овощной продукции, связано с низкой токсичностью агрохимиката (3-ий класс токсичности для человека) и экономически выгодным применением при сельскохозяйственной авиационной обработки полей фермерских хозяйств самолетами АН-2 или СП-30 (затраты составляют 140 -160 руб/га). Однако за последнее время в зарубежной научной литературе появилось значительное количество публикаций, свидетельствующих о возможном канцерогеном эффекте, связанном с применением гербицидов на основе глифосата. [237, 238,239, 240].

Установленная разница в уровнях содержания глифосата в овощной продукции различных районов области, на наш взгляд, находит объяснение в наличии хорошей растворимости гербицида и его быстрым усвоении сорняками, в том числе еще до начала роста культурных растений. Напротив, в засушливых районах гербицид более длительно сохранялся на поверхности почвы, а затем успевал накапливаться и в культурных растениях. Более того, низкая эффективность использования глифосата в засушливых районах обуславливала проведение сельхозпроизводителями фермерских хозяйств повторную обработку полей от сорняков, что в, конечном итоге, способствовало еще большему накоплению гербицида в овощной продукции.

Отсутствие содержания фосфорорганических соединений в отобранных и исследуемых пробах мяса и молока, как ФХ, так ЛПХ, на наш взгляд, было связано с известной их способностью подвергаться быстрому метаболизму в организме животных без кумуляции в тканях и выделении с молоком.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами было установлено:

- содержание ХОП в образцах пищевых продуктов, выращенных на экологически неблагоприятных территориях ФХ и ЛПХ, поступающих в розничную сеть для реализации, а также для внутреннего использования в

качестве местной пищи, не имело достоверных различий в отношении их загрязнения данными ядохимикатами;

- в исследуемых образцах пищевых продуктов, выращенных на фермерских полях и производимых на землях ЛПХ, было выявлено значительное различие по содержанию фосфорорганических ядохимикатов и гербицидов;

- содержание ФОП хлорпирифоса, используемого ФХ для авиационно-химической защиты растений от распространения вредителей, достигало в овощной продукции  $0,01 \pm 0,002$  мг/кг, что соответствовало ПДУ и, напротив, в продукции ЛПХ концентрации хлорпирифоса составляли не более 50 % от его максимально допустимого уровня;

- широкое использование ФОП малатиона нашло применение в обработке сельскохозяйственной продукции лишь на землях ЛПХ. Уровень его содержания в овощной продукции колебался от 10-20 % до ПДУ и зависел от районов культивирования сельхозпродукции. В засушливых районах со значительным количеством насекомых вредителей содержание инсектицида в овощной продукции достигало МДУ, соответствующего  $0,5 \pm 0,01$  мг/кг;

- уровень содержания фосфорорганического гербицида глифосата в овощной продукции существенно различался на различных изучаемых экологически неблагополучных территориях. Наиболее высокое его содержание в концентрациях максимально допустимого уровня ( $0,3 \pm 0,001$  мг/кг) было выявлено в сельскохозяйственной продукции засушливых Заволжских районов. В овощной продукции ЛПХ исследуемых районов области наличие содержания глифосата выявлено не было;

- установленные в исследовании остаточные количества содержания всех изучаемых хлор- и фосфорорганических пестицидов, содержащихся в продуктах питания, полученных в условиях экологически неблагополучных районов области, не превышали допустимые уровни химического загрязнения.

### **4.3. Изучение содержания нитратов в местной продукции, выращенной на полях ФХ и на землях ЛПХ**

Современное успешное функционирование регионального сельскохозяйственного комплекса практически невозможно без широкого использования различных агрохимикатов, в том числе повсеместного применения азотсодержащих удобрений. В результате в почве агропромышленных территорий региона стабильно отмечаются превышения ПДК по содержанию нитратов и нитритов (от 1,1 до 5,6 раз) [78].

Цель данного раздела исследования заключалась в сравнительной гигиенической оценке загрязнения нитратами местных образцов овощной продукции, выращенной на фермерских полях и землях ЛПХ экологически неблагоприятных территорий региона.

Полученные нами результаты сравнительного анализа содержания нитратов в овощной продукции, выращенной на фермерских полях и участках ЛПХ девяти экологически неблагоприятных МР Саратовской области представлены в Таблицы 4.3.1 и 4.3.2.

Уровни содержания нитратов в овощной продукции, выращенной на большинстве изучаемых нами экологически неблагоприятных территориях, отличались значительными колебаниями как по содержанию контаминанта в конкретном продукте, так и в зависимости от условий выращивания и региона произрастания. Содержание нитратов во всей анализируемой овощной продукции, вне зависимости от региона произрастания и условий выращивания, не превышало предельно допустимых уровней (ПДУ), регламентированных СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

**Таблица 4.3.1 – Содержание нитратов в местных продуктах питания, выращенных на участках ЛПХ экологически неблагополучных районов области**

Пробы, отобранные с продукции МР области	Содержание нитратов (мг/кг) в местных продуктах питания, выращенных на участках ЛПХ					
	Овощи					
	Картофель	Капуста	Морковь	Свекла	Огурцы	Кабачки
Балаковского	22,0 $\pm$ 12,0	212,0 $\pm$ 24,0	26,0 $\pm$ 11,0	185,0 $\pm$ 42,0	40,0 $\pm$ 7,0	78,0 $\pm$ 12,0
Дергачевского	52,0 $\pm$ 18,0	98,0 $\pm$ 22,0	144,0 $\pm$ 38,0	320,0 $\pm$ 95,0	24,0 $\pm$ 6,0	110,0 $\pm$ 24,0
Ершовского	46,0 $\pm$ 10,0	78,0 $\pm$ 17,0	86,0 $\pm$ 16,0	384,0 $\pm$ 125,0	43,0 $\pm$ 8,0	103,0 $\pm$ 17,0
Марковского	64,0 $\pm$ 11,0	108,0 $\pm$ 10,0	116,0 $\pm$ 12,0	222,0 $\pm$ 42,0	65,0 $\pm$ 11,0	98,0 $\pm$ 10,0
Перелюбского	104,3 $\pm$ 23,0	207,0 $\pm$ 52,0	106,0 $\pm$ 23,0	422,0 $\pm$ 168,0	103,0 $\pm$ 19,0	91,0 $\pm$ 17,0
Романовского	87,0 $\pm$ 16,0	214,0 $\pm$ 51,0	85,0 $\pm$ 9,0	330,0 $\pm$ 111,0	87,0 $\pm$ 13,0	96,0 $\pm$ 19,0
Саратовского	82,0 $\pm$ 8,0	62,0 $\pm$ 6,0	66,0 $\pm$ 8,0	326,0 $\pm$ 94,0	90,0 $\pm$ 9,0	88,0 $\pm$ 11,0
Федоровского	98,0 $\pm$ 12,0	112,0 $\pm$ 12,0	65,0 $\pm$ 8,0	302,0 $\pm$ 132,0	90,0 $\pm$ 8,0	104,0 $\pm$ 12,0
Энгельсского	128,0 $\pm$ 11,0	282,0 $\pm$ 26,0	118,0 $\pm$ 11,0	348,0 $\pm$ 64,0	116,0 $\pm$ 28,0	106,0 $\pm$ 16,0

**Таблица 4.3.2 – Содержание нитратов в местных продуктах питания, выращенных на полях ФХ экологически неблагополучных районов области**

Пробы, отобранные с продукции МР области	Содержание нитратов (мг/кг) в местных продуктах питания, выращенных на полях ФХ					
	Овощи					
	Картофель	Капуста	Морковь	Свекла	Огурцы	Кабачки
Балаковского	<b>91,0<math>\pm</math>21,0</b>	<b>306,5<math>\pm</math> 36,0</b>	<b>69,0 <math>\pm</math>18,0</b>	<b>380,0 <math>\pm</math>78,0</b>	50,75 $\pm$ 8,0	98,0 $\pm$ 11,0
Дергачевского	70,0 $\pm$ 21,0	104,0 $\pm$ 16,0	167,0 $\pm$ 44,0	405,0 $\pm$ 122,0	94,0 $\pm$ 16,0	144,0 $\pm$ 22,0
Ершовского	72,0 $\pm$ 18,0	81,0 $\pm$ 20,0	121,0 $\pm$ 32,0	326,0 $\pm$ 86,0	106,0 $\pm$ 27,0	134,0 $\pm$ 19,0
Марковского	<b>120,0<math>\pm</math> 26,0</b>	<b>152,0<math>\pm</math> 18,0</b>	<b>183,0<math>\pm</math> 22,0</b>	<b>415<math>\pm</math> 72,0</b>	<b>135,0 <math>\pm</math>22,0</b>	<b>148,0<math>\pm</math> 20,0</b>
Перелюбского	132,0 $\pm$ 17,0	228,0 $\pm$ 34,0	109,0 $\pm$ 15,0	458,0 $\pm$ 112,0	112,0 $\pm$ 28,0	104,0 $\pm$ 16,0
Романовского	120,0 $\pm$ 32,0	288,0 $\pm$ 44,0	112,0 $\pm$ 12,0	432,0 $\pm$ 96,0	146,0 $\pm$ 44,0	116,0 $\pm$ 22,0
Саратовского	<b>146,0<math>\pm</math> 32,0</b>	<b>126,5<math>\pm</math> 24,0</b>	<b>104,0<math>\pm</math> 16,0</b>	<b>570,0<math>\pm</math> 76,0</b>	<b>148,0<math>\pm</math> 18,0</b>	<b>152,0<math>\pm</math> 24,0</b>
Федоровского	130,0 $\pm$ 26,0	130,0 $\pm$ 28,0	99,5 $\pm$ 31,0	390,0 $\pm$ 85,0	144,0 $\pm$ 23,0	124,0 $\pm$ 18,0
Энгельсского	<b>172,0<math>\pm</math> 18,0</b>	<b>373,0<math>\pm</math> 26,0</b>	<b>172,0<math>\pm</math> 18,0</b>	<b>554,0<math>\pm</math> 68,0</b>	141,0 $\pm$ 32,0	144,0 $\pm$ 22,0

Примечание: – выделены показатели при наличии достоверной разницы в сравнении с ЛПХ

Так, содержание нитратов в овощной продукции даже в максимальных количествах не превышало установленных гигиенических нормативов (в процентах от ПДУ) и составляло: для кабачков 37 % от ПДУ, капусты – 41 %,

моркови – 46 %, свеклы – 46 %, картофеля – 69 % и огурцов – 98 % от допустимого уровня. При этом наибольшее количество нитратов в овощной продукции было установлено в культурах, выращенных в Энгельском, Саратовском, Марксовском и Балаковском районах Саратовской области. В этих же районах практически во всей овощной продукции, выращенной на полях ФХ, отмечалась более высокое ( $p < 0,05$ ) содержание нитратов в овощах, в сравнении с той же продукцией, но выращенной на участках ЛПХ.

Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 в плодоовощной продукции допустимыми уровнями содержания нитратов являются не более 250 мг/кг для картофеля, 900 мг/кг для капусты, 400 мг/кг для моркови, 1400 мг/кг для свеклы, 400 мг/кг для кабачков и 150 мг/кг для огурцов. Наши исследования показали, что содержание нитратов во всех овощных продуктах, выращенных на территории изучаемых нами экологически неблагополучных районах Саратовской области, не превышало предельно допустимые уровни, регламентированные стандартом. Тем не менее, более высокое (в 1,5-2 раза) содержание нитратов в овощной продукции, выращенной на фермерских полях, в сравнении с теми же продуктами, полученными на участках ЛПХ во всех изученных нами районах Саратовской области, можно объяснить следующими причинами. Традиционное внесение значительных количеств нитратных удобрений в виде промышленно выпускаемой аммиачной селитры поздней осенью, а затем ранней весной приводит к перенасыщению почвы полей ФХ азотными удобрениями, что заставляет растения накапливать неиспользованный нитратный азот. Более полному превращению нитратов в белки в процессе нормального роста овощных культур способствует правильное внесение нитратных удобрений в почву в виде подкормки во время посева или в период развития растений, что в основном используют на участках ЛПХ. Снижению содержания нитратов в овощах также способствует использование последними не химически синтезированной промышленной селитры, а т. н. «зеленых удобрений», путем предварительного компостирования в почву специально выращенной

биомассы из растений семейства бобовых (гороха, люцерны, клевера), что по экономическим соображениям не находит практического применения крупными агрофирмами.

Наличие значительно меньшего количества нитратов в ряде овощных культур при их выращивании в ряде засушливых регионов Заволжья, с одной стороны, объяснялось самими естественными условиями культивирования (отсутствием осадков), а с другой – традиционным прекращением полива после наступления цветения в период развития растения. В результате нитраты, хорошо растворимые в воде, в меньшей степени усваивались самими овощами. Так, в засушливых Ершовском и Дергачевском районах содержание нитратов в картофеле было наименьшим и, соответственно, составляло  $72,0 \pm 18,0$  мг/кг и  $70,0 \pm 21,0$  мг/кг, что значительно меньше в сравнении с этим контаминатом в той же продукции, выращенной в других районах области. И напротив, в остальных овощах, требующих постоянного полива, даже в тех же засушливых районах, содержание нитратов, особенно при возделывании на фермерских полях, было примерно таким же, как и в условиях возделывания на плодородной почве.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами было установлено:

- овощная продукция, выращенная на землях фермерских и ЛПХ, расположенных в экологически неблагополучных районах Саратовской области, составляют значительную долю в рационе питания местного населения;

- наличие нитратов в образцах овощной продукции, выращенной на большинстве экологически неблагополучных территориях, имело значительное количественное различие, связанное с формой собственности и регионом производителя, а также с конкретным овощным продуктом;

- наиболее высокое ( $p < 0,05$ ) количество нитратов в овощной продукции было установлено в культурах, выращенных на фермерских полях в Энгельском, Саратовском, Марксовском и Балаковском районах

Саратовской области в отличии от тех же овощей, выращенных на участках частных подсобных хозяйств;

- более высокое содержание нитратов в овощной продукции, выращенной на фермерских полях, объяснялось внесением значительных количеств нитратных удобрений в виде промышленно выпускаемой аммиачной селитры поздней осенью, а затем и ранней весной, что приводит к перенасыщению почвы азотными удобрениями. Напротив, сельхозпроизводители ЛПХ вносят в почву специально выращенную биомассу из растений семейства бобовых с целью подкормки во время посева или в период развития овощей, что способствует более полному превращению нитратов в белки без значительного накопления поллютанта в овощной продукции;

- содержание нитратов во всей анализируемой местной овощной продукции вне зависимости от экологической нагрузки на район произрастания и условий выращивания не превышало предельно допустимых уровней, регламентированных СанПиН 2.3.2.1078-01.



## **ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ПОПУЛЯЦИОННОГО НЕКАНЦЕРОГЕННОГО И КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ КОНТАМИНАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ РАЙОНОВ ОБЛАСТИ**

### **5.1. Оценка риска для здоровья сельских жителей, проживающих на территории МР и сельских поселений, связанная с химическим загрязнением объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, почвы) и питьевой воды**

При выборе химических веществ с целью дальнейшей количественной оценки риска мы руководствовались учетом их способности обладать канцерогенным действием и создавать неканцерогенные риски для здоровья.

В результате приоритетные химические загрязнители атмосферного воздуха для оценки риска здоровью были отобраны с учетом:

- их наличия в атмосферном воздухе в концентрациях, выше ПДК;
- наличия у них способности обладать токсическим воздействием;
- наличием канцерогенного воздействия на организм человека.

С учетом вышеизложенного такими веществами оказались: взвешенные вещества, оксид углерода, диоксиды серы и азота, сажа, бенз(а)пирен, Pb, Cd, As, Hg, ДДТ, ГХЦГ.

Ранее проведенное изучение показателей качества атмосферного воздуха экологически неблагополучных МР Саратовской области (Таблицы 3.1.2-3.1.5) позволило нам выделить параметры для оценки неканцерогенных рисков здоровью в условиях хронического ингаляционного поступления химических веществ с атмосферным воздухом (Таблица 5.1.1.).

**Таблица 5.1.1 – Параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью в условиях хронического ингаляционного поступления химических веществ с атмосферным воздухом**

CAS	Вещество	RfC, мг/м <sup>3</sup>	Критические системы и органы
---	Пыль (взвешенные вещества)	0,075	Органы дыхания
630-08-0	Оксид углерода	3	Система крови, сердечно-сосудистая система, процессы развития, ЦНС
7446-09-5	Диоксид серы	0,05	Органы дыхания, смертность
10102-44-0	Диоксид азота	0,04	Органы дыхания, система крови
	Сажа	0,05	Органы дыхания, системн., зубы
50-32-8	Бенз(а)пирен	0,000001	Иммунная система, процессы развития
7439-92-1	Свинец	0,0005	ЦНС, кровь, развитие, репрод. сист., гормон., почки
7440-43-9	Кадмий	2,00E-05	Почки, органы дыхания, гормон., рак
7440-38-2	Мышьяк	3,00E-05	Развитие (тератоген.), нервная сист., серд.-сос. сист., органы дыхания, рак
7439-97-6	Ртуть	0,0003	ЦНС, горм., почки
50-29-3	ДДТ	0,00175	Печень, гормон.
58-89-9	ГХЦГ	0,0003	Почки, гормон

Для оценки риска неканцерогенных эффектов при ингаляционном поступлении химических веществ с атмосферным воздухом, согласно руководству Р. 2.1.10. 1920-04, использовался показатель – коэффициент опасности (HQ). Расчет показателя HQ проводили по формуле: как отношение определенной экспозиции – уровня воздействия вещества в концентрации С (мг/м<sup>3</sup>) к референтному (безопасному) уровню воздействия RfC (мг/м<sup>3</sup>):  $HQ = C / RfC$

Атмосферные загрязнения на изучаемых территориях связаны как с выбросами транспортных потоков, так и наличием рассеянных загрязняющих веществ ряда агропромышленных производств, фактически формирующих сращение в сельской местности селитебной и промышленной зон. Идентификация опасности химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР, представлена в Таблицах 5.1.2 а, б, в.

**Таблица 5.1.2 а – Коэффициенты опасности (HQ) химических загрязнителей в атмосферном воздухе ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР за периоды проведения исследований в условиях хронического ингаляционного поступления, как параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью населения**

Химические загрязнители атмосферно-го воздуха	Показатель HQ химических загрязнителей в атмосферном воздухе ФХ и ЛПХ за периоды проведения исследований 2018-20 гг.					
	Саратовский МР		Энгельсский МР		Балаковский МР	
	ФХ	ЛПХ села Багаевка	ФХ	ЛПХ села Безымянное	ФХ	ЛПХ села Кормежка
Взвешенные вещества-пыль	<b>2,7</b>	<b>2,4</b>	<b>2,9</b>	<b>2,4</b>	<b>5,9</b>	0,1
Оксид углерода	<b>1,2</b>	0,5	<b>1,1</b>	0,5	<b>1,3</b>	0,3
Диоксид серы	0,4	0,4	<b>2,4</b>	0,4	0,2	0,2
Диоксид азота	<b>1,6</b>	0,1	<b>1,4</b>	0,4	<b>1,7</b>	0,2
Сажа	<b>1,3</b>	0,03	<b>1,4</b>	0,02	<b>1,4</b>	0,1
Бенз(а)пирен	0,6	0,3	<b>1,5</b>	0,3	<b>1,3</b>	0,1
Свинец	0,1	0,05	0,1	0,06	0,1	0,06
Кадмий	0,25	0,05	0,25	0,05	0,25	0,05
Мышьяк	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>
Ртуть	0,03	0,003	0,03	0,003	0,03	0,003
ДДТ	0,21	0,15	0,1	0,07	0,1	0,07
ГХЦГ	<b>4,3</b>	<b>3,3</b>	<b>2,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>

**Таблица 5.1.2 б – Коэффициенты опасности (HQ) химических загрязнителей в атмосферном воздухе ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР за периоды проведения исследований в условиях хронического ингаляционного поступления, как параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью населения**

Химические загрязнители атмосферного воздуха	Показатель HQ химических загрязнителей в атмосферном воздухе ФХ и ЛПХ за периоды проведения исследований 2018-20 гг					
	Дергачевский МР		Ершовский МР		Марковский МР	
	ФХ	ЛПХ села Орошаемое	ФХ	ЛПХ поселка Октябрьский	ФХ	ЛПХ села Васильевское
Взвешенные вещества-пыль	<b>5,3</b>	<b>1,5</b>	<b>3,6</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>	<b>1,5</b>
Оксид углерода	0,37	0,37	0,57	0,56	<b>1,07</b>	0,4
Диоксид серы	0,2	0,08	0,8	0,2	0,2	0,2
Диоксид азота	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>1,6</b>	0,1
Сажа	0,1	0,1	0,03	0,03	<b>1,5</b>	0,1
Бенз(а)пирен	0,1	0,1	0,5	0,15	<b>1,2</b>	0,1
Свинец	0,02	0,002	0,04	0,004	0,008	0,006
Кадмий	0,5	0,05	0,5	0,05	0,2	0,05
Мышьяк	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>
Ртуть	0,03	0,003	0,03	0,003	0,003	0,003
ДДТ	0,1	0,06	0,17	0,01	0,09	0,06
ГХЦГ	<b>2,3</b>	<b>1,4</b>	<b>6,0</b>	0,37	<b>1,7</b>	<b>1,2</b>

**Таблица 5.1.2 в – Коэффициенты опасности (Н<sub>Q</sub>) химических загрязнителей в атмосферном воздухе ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР за периоды проведения исследований в условиях хронического ингаляционного поступления, как параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью населения**

Химические загрязнители атмосферного воздуха	Показатель Н <sub>Q</sub> химических загрязнителей в атмосферном воздухе ФХ и ЛПХ за периоды проведения исследований 2018-20 гг					
	Перелобский МР		Романовский МР		Федоровский МР	
	ФХ	ЛПХ поселка Молодежный	ФХ	ЛПХ села Романовка	ФХ	ЛПХ села Первомайское
Взвешенные вещества-пыль	<b>5,6</b>	<b>2,1</b>	<b>3,9</b>	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>	<b>2,3</b>
Оксид углерода	0,5	0,5	0,53	0,53	0,53	0,53
Диоксид серы	<b>1,0</b>	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Диоксид азота	<b>1,0</b>	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4
Сажа	0,02	0,02	0,08	0,08	1,2	0,02
Бенз(а)пирен	0,3	0,3	0,5	0,02	0,3	0,3
Свинец	0,002	0,002	0,6	0,06	0,6	0,002
Кадмий	0,5	0,05	0,5	0,05	0,5	0,05
Мышьяк	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>4,0</b>	0,4	<b>6,6</b>	0,7
Ртуть	0,03	0,003	0,03	0,003	0,03	0,003
ДДТ	0,18	0,1	0,19	0,01	0,22	0,57
ГХЦГ	<b>8,0</b>	<b>5,3</b>	<b>6,0</b>	0,43	<b>8,0</b>	0,6

На основании полученных результатов были выявлены приоритетные поллютанты, содержащиеся в атмосферном воздухе однонаправленного действия на экологически неблагоприятных территориях ФХ и ЛПХ МР Саратовской области. В результате опасными для органов дыхания оказались: взвешенные вещества, оксиды углерода и серы, диоксид азота, бенз(а)пирен, сажа, мышьяк, ДДТ и ГХЦГ.

Анализ неканцерогенного риска для здоровья населения экологически неблагоприятных МР Саратовской области от веществ, поступающих в организм с атмосферным воздухом, выявил наибольшие значения Н<sub>Q</sub> для населения всех ФХ от взвешенных веществ и мышьяка. Так, значения коэффициентов опасности от взвешанных веществ для населения ФХ

колебались от 2,1 до 5,6; а от As в пределах 2,3 – 6,0. Для населения большинства ЛПХ сельских поселений наибольшие значения коэффициентов опасности также были от взвешанных веществ и от As и, соответственно, колебались от 1,5 до 3,2 и в пределах от 2,3 до 6,0 (Таблицы 5.1.2 а, б, в)

Проведенное ранжирование критических органов и систем для населения по суммарным индексам опасности (ТНІ) при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия загрязняющих атмосферу на экологически неблагоприятных территориях региона представлено в Таблицах 5.1.3 а, б, в.

**Таблица 5.1.3 а – Ранжирование критических органов и систем для населения ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона по суммарному индексу опасности (ТНІ) при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия, загрязняющих атмосферу**

Критические органы и системы	ТНІ при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия загрязняющих атмосферу на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Саратовский МР		Энгельский МР		Балаковский МР	
	ФХ	ЛПХ с. Багаевка	ФХ	ЛПХ с. Безымянное	ФХ	ЛПХ с. Кормежка
Органы дыхания	<b>6,1</b>	3,1	<b>14,75</b>	<b>8,67</b>	<b>15,45</b>	<b>6,65</b>
ссс	4,5	3,8	<b>6,1</b>	5,5	<b>7,3</b>	<b>6,3</b>
цнс	4,6	3,85	<b>6,23</b>	5,54	<b>7,43</b>	<b>6,36</b>
гормонал	4,89	3,55	2,68	1,68	2,38	1,18
почки	4,65	3,4	2,58	1,61	1,98	1,14
Иммунная система	0,6	0,3	1,5	0,3	1,3	0,1

**Таблица 5.1.3 б – Ранжирование критических органов и систем для населения ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона по ТНІ при комбинированном поступлении химических веществ однонаправленного действия загрязняющих атмосферу**

Критические органы и системы	ТНІ при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия загрязняющих атмосферу на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Дергачевский м. р.		Ершовский м.р.		Марковский м.р.	
	Дергачевский	с.Орошаемое	Ершовский	п. Октябрьский	Марковский	с. Васильевское
Органы дыхания	<b>9,2</b>	4,83	<b>8,06</b>	<b>6,18</b>	<b>12,4</b>	<b>7,9</b>
ссс	3,37	3,37	3,57	3,56	<b>7,1</b>	<b>6,4</b>
цнс	3,42	3,38	3,61	1,57	<b>7,1</b>	<b>6,4</b>
гормонал	3,13	1,52	<b>6,74</b>	0,44	2,0	1,3
почки	2,85	1,45	<b>6,57</b>	0,43	1,9	1,3
Иммунная система	0,1	0,1	0,5	0,15	1,2	0,1

**Таблица 5.1.3 в – Ранжирование критических органов и систем для населения ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона по ТНІ при комбинированном поступлении химических веществ однонаправленного действия, загрязняющих атмосферу**

Критические органы и системы	ТНІ при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия загрязняющих атмосферу на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Перелюбский МР		Романовский МР		Федоровский МР	
	ФХ	ЛПХ п. Молодежный	ФХ	ЛПХ с. Романовское	ФХ	ЛПХ с. Первомайское
Органы дыхания	<b>10,4</b>	5,0	<b>9,48</b>	5,18	<b>12,9</b>	4,0
ссс	2,8	2,8	4,53	0,93	<b>7,13</b>	1,23
цнс	2,8	2,8	5,16	1,39	<b>7,76</b>	1,24
гормонал	<b>8,7</b>	6,0	<b>7,32</b>	1,75	<b>9,35</b>	1,25
почки	<b>8,5</b>	5,8	<b>7,13</b>	0,54	<b>9,13</b>	0,66
Иммунная система	0,3	0,3	0,5	0,02	0,3	0,3

Уровень опасности неканцерогенных эффектов имеет следующую классификацию (Т.Н. Унгурияну, С.М. Новиков, 2012):

- значения суммарного индекса опасности ТНІ от 1,1 до 3,0 – это допустимый уровень неканцерогенных эффектов;

- диапазон значений ТНІ от 3 до 6 рассматривается как настораживающий уровень риска;

- ТНІ выше 6 – высокий уровень риска.

Проведенными исследованиями (Таблицы 5.1.3 а, б, в) было установлено, что на территории всех 9-ти экологически неблагополучных МР Саратовской области имелся высокий уровень риска неканцерогенных эффектов суммарного индекса опасности комбинированного загрязнения атмосферы поллютантами в отношении органов дыхания для населения ФХ. Аналогичный высокий уровень риска ТНІ был характерен и для населения ЛПХ сельских поселений Энгельского, Балаковского, Ершовского и Марковского МР региона. Также высокий уровень риска в отношении повреждения гормональной системы и почек за счет загрязнения воздушной среды был характерен для населения ФХ Перелюбского, Федоровского, Романовского и Ершовского МР; а для населения ФХ Энгельского, Балаковского, Марковского и Федоровского МР поллютанты воздушной среды создавали высокий риск поражения цнс и ссс. Аналогичный высокий уровень риска данные загрязнители атмосферы создавали в отношении поражения цнс и ссс населения ЛПХ сельских поселений Марковского и Балаковского районов. Для населения практически всех остальных экологически неблагополучных МР поллютанты воздушной среды создавали настораживающий уровень риска в отношении деятельности ссс и цнс.

Для оценки значения общего суммарного канцерогенного риска (TCR), возникающего от присутствия в атмосферном воздухе экологически неблагополучных МР региона семи канцерогенов (бенз(а)пирена, Cd, As, Pb, сажи, ДДТ и ГХЦГ), предварительно проведен расчет индивидуального канцерогенного риска (CR) по формуле:

$$CR=LADD \times SFI,$$

где LADD – пожизненная средняя суточная доза, мг/(кг x день);

SFI – фактор канцерогенного потенциала (мг/(кг x сут)-1.



При комплексном воздействии канцерогенов суммарный канцерогенный риск для каждого пути поступления рассчитывается по формуле:

$$TCR = \sum CR_j,$$

где  $CR_j$  – канцерогенный риск для  $j$ -го канцерогенного вещества

Для канцерогенных эффектов допустимым уровнем риска являлось значение общего суммарного канцерогенного риска TCR, равное  $1,0 \times 10^{-5}$ .

Общий суммарный канцерогенный риск для здоровья населения на экологически неблагоприятных территориях региона при воздействии канцерогенов атмосферного воздуха представлен в Таблицах 5.1.4 а, б, в.

**Таблица 5.1.4 а – Общий суммарный канцерогенный риск для здоровья населения ФХ и ЛПХ, проживающих на экологически неблагоприятных территориях региона, при воздействии канцерогенов атмосферного воздуха**

Канцерогенные вещества в атмосферном воздухе	Канцерогенный риск $CR_j$ для $j$ -го канцерогенного вещества и TCR при их комбинированном поступлении с загрязненным атмосферным воздухом на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Саратовский МР		Энгельский МР		Балаковский МР	
	ФХ	ЛПХ с. Багаевка	ФХ	ЛПХ с. Безымянное	ФХ	ЛПХ с. Кормежка
кадмий SF1= 6,3	$8,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-6}$	$9,0 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-6}$	$9,0 \times 10^{-6}$	$8,8 \times 10^{-6}$
свинец SF1= 0,042	$6,0 \times 10^{-7}$	$2,8 \times 10^{-7}$	$6,0 \times 10^{-7}$	$2,8 \times 10^{-7}$	$6,0 \times 10^{-7}$	$3,5 \times 10^{-7}$
бенз(а)пирен SF1= 3,9	$6,7 \times 10^{-7}$	$3,3 \times 10^{-7}$	$1,7 \times 10^{-7}$	$3,3 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-7}$
Мышьяк SF1= 15	$4,4 \times 10^{-3}$	$4,4 \times 10^{-3}$	$6,5 \times 10^{-3}$	$6,5 \times 10^{-3}$	$7,7 \times 10^{-3}$	$4,4 \times 10^{-3}$
Сажа SF1 = 0,0155	$2,9 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-6}$	$3,1 \times 10^{-4}$	$4,5 \times 10^{-6}$	$3,1 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-5}$
ДДТ SF1= 0,34	$3,5 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-5}$
ГХЦГ SF1=1,1	$4,1 \times 10^{-4}$	$3,2 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$9,6 \times 10^{-5}$
TCR в воздухе	$5,2 \times 10^{-3}$	$4,8 \times 10^{-3}$	$7,0 \times 10^{-3}$	$6,7 \times 10^{-3}$	$8,2 \times 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-3}$

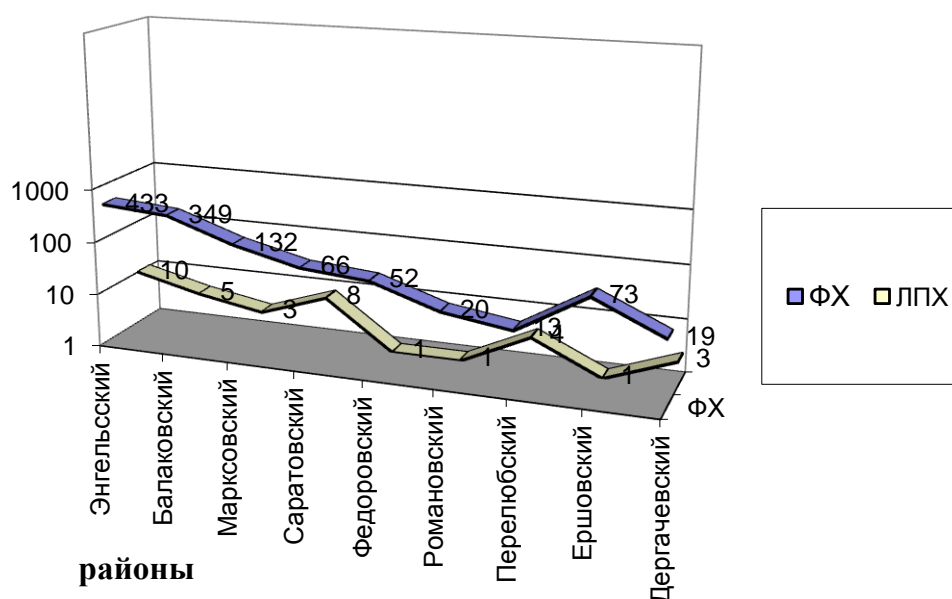
**Таблица 5.1.4 б – Общий суммарный канцерогенный риск для здоровья населения ФХ и ЛПХ, проживающих на экологически неблагоприятных территориях региона, при воздействии канцерогенов атмосферного воздуха**

Канцерогенные вещества в атмосферном воздухе	Канцерогенный риск CR <sub>j</sub> для j-го канцерогенного вещества и TCR при их комбинированном поступлении с загрязненным атмосферным воздухом на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Дергачевский МР		Ершовский МР		Марковский МР	
	ФХ	ЛПХ с.Орошаемое	ФХ	ЛПХ п. Октябрьский	ФХ	ЛПХ с. Васильевское
кадмий SF1= 6,3	1,8 x10 <sup>-5</sup>	1,8x10 <sup>-6</sup>	1,8 x10 <sup>-5</sup>	6,5x10 <sup>-6</sup>	7,3x10 <sup>-6</sup>	1,8x10 <sup>-6</sup>
свинец SF1= 0,042	1,2x10 <sup>-7</sup>	1,2x10 <sup>-8</sup>	2,3x 10 <sup>-7</sup>	2,4x 10 <sup>-8</sup>	4,9 x 10 <sup>-7</sup>	3,8 x 10 <sup>-7</sup>
бенз(а)пирен SF1= 3,9	1,1x10 <sup>-7</sup>	1,1x10 <sup>-7</sup>	5,7x10 <sup>-7</sup>	1,7x10 <sup>-7</sup>	1,4x10 <sup>-6</sup>	1,1x10 <sup>-7</sup>
Мышьяк SF1= 15	3,9x10 <sup>-3</sup>	3,9x10 <sup>-3</sup>	3,5x 10 <sup>-3</sup>	3,5x 10 <sup>-4</sup>	7,8x 10 <sup>-3</sup>	7,8x 10 <sup>-3</sup>
Сажа SF1 = 0,0155	2,3x 10 <sup>-5</sup>	2,3x 10 <sup>-5</sup>	6,5x10 <sup>-3</sup>	6,7x10 <sup>-6</sup>	3,4x10 <sup>-4</sup>	2,3x10 <sup>-5</sup>
ДДТ SF1= 0,34	1,8x10 <sup>-5</sup>	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,9x10 <sup>-4</sup>	1,8x10 <sup>-6</sup>	1,5x10 <sup>-5</sup>	1,1x10 <sup>-5</sup>
ГХЦГ SF1=1,1	2,2x10 <sup>-4</sup>	1,3x10 <sup>-4</sup>	5,7x10 <sup>-5</sup>	3,5x10 <sup>-5</sup>	1,7x10 <sup>-4</sup>	1,2x10 <sup>-4</sup>
TCR в воздухе	4,2 x10 <sup>-3</sup>	4,1 x10 <sup>-3</sup>	<b>1,0 x10<sup>-2</sup></b>	4,0 x10 <sup>-4</sup>	8,4 x10 <sup>-3</sup>	8,1 x10 <sup>-3</sup>

**Таблица 5.1.4 в – Общий суммарный канцерогенный риск для здоровья населения ФХ и ЛПХ, проживающих на экологически неблагоприятных территориях региона, при воздействии канцерогенов атмосферного воздуха**

Канцерогенные вещества в атмосферном воздухе	Канцерогенный риск CR <sub>j</sub> для j-го канцерогенного вещества и TCR при их комбинированном поступлении с загрязненным атмосферным воздухом на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Перелобский МР		Романовский МР		Федоровский МР	
	ФХ	ЛПХ п. Молодежный	ФХ	ЛПХ с. Романовское	ФХ	ЛПХ с.Первомайское
кадмий SF1= 6,3	1,8x10 <sup>-6</sup>	1,8x10 <sup>-6</sup>	1,8x10 <sup>-5</sup>	1,8x10 <sup>-6</sup>	1,8x10 <sup>-5</sup>	1,8x10 <sup>-6</sup>
свинец SF1= 0,042	1,2x10 <sup>-7</sup>	4,3x10 <sup>-8</sup>	3,7x10 <sup>-7</sup>	9,6 x10 <sup>-7</sup>	1,2x10 <sup>-7</sup>	1,2x10 <sup>-8</sup>
бенз(а)пирен SF1= 3,9	3,4x10 <sup>-7</sup>	3,4x10 <sup>-7</sup>	4,9x10 <sup>-8</sup>	1,7 x10 <sup>-8</sup>	5,7 x10 <sup>-7</sup>	3,4x10 <sup>-7</sup>
Мышьяк SF1= 15	3,1x10 <sup>-3</sup>	3,1x10 <sup>-3</sup>	5,2x10 <sup>-3</sup>	5,2x10 <sup>-4</sup>	8,7x10 <sup>-3</sup>	8,7x10 <sup>-4</sup>
Сажа SF1 = 0,0155	4,5x10 <sup>-6</sup>	4,5x10 <sup>-6</sup>	1,8x10 <sup>-5</sup>	1,8x10 <sup>-5</sup>	2,7x10 <sup>-4</sup>	4,5x10 <sup>-6</sup>
ДДТ SF1= 0,34	3,1x 10 <sup>-5</sup>	1,8x10 <sup>-5</sup>	3,3x 10 <sup>-5</sup>	2,4x10 <sup>-6</sup>	3,8x10 <sup>-5</sup>	2,7x10 <sup>-6</sup>
ГХЦГ SF1=1,1	7,7x10 <sup>-4</sup>	5,1 x10 <sup>-4</sup>	5,7x10 <sup>-4</sup>	4,2x10 <sup>-5</sup>	7,7x10 <sup>-4</sup>	5,7x10 <sup>-5</sup>
TCR в воздухе	3,9x10 <sup>-3</sup>	3,6 x10 <sup>-3</sup>	5,8 x10 <sup>-3</sup>	5,9 x10 <sup>-4</sup>	<b>1,1 x10<sup>-2</sup></b>	9,4 x10 <sup>-4</sup>

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск при воздействии химических онкогенов атмосферного воздуха для течения всей жизни населения, проживающего на территориях всех экологически неблагоприятных ФХ МР и ЛПХ сельских поселений региона, был примерно одинаковым и в основном находились на уровне более  $1 \times 10^{-4}$ , но менее  $1 \times 10^{-3}$ , что согласно классификации соответствовало неприемлемому риску. При этом наибольший вклад в суммарный индивидуальный канцерогенный риск атмосферы как муниципальных районов, так и сельских поселений вносил мышьяк, составляющий в атмосфере населенных пунктов от 35 до 80 % .



**Рисунок 3 – Ранжирование экологически неблагоприятных территорий региона с учетом значений популяционного канцерогенного риска для населения ФХ и ЛПХ от воздействия химических загрязнителей атмосферного воздуха**

Ранжирование экологически неблагоприятных территорий региона с учетом значений популяционного канцерогенного риска от воздействия химических загрязнителей атмосферного воздуха показало, что дополнительное количество случаев рака над фоном в год может достигать и превышать 350 случаев в год в развитых агропромышленных ФХ, с

находящимися на территориях МР воинскими частями в Балаковском и Энгельском районах. На крупных агропромышленных территориях ФХ МР (Марксовском, Ершовском, Саратовском, Федоровском) дополнительное количество случаев рака над фоном в год может достигать более 50 случаев. На остальных территориях МР дополнительное количество случаев рака над фоном в год не превышало 20 случаев, а на каждой из всех территорий ЛПХ сельских поселений в среднем – 4,5 ежегодных случаев (рис.3).

На основании ранее проведенного изучения показателей качества питьевой воды экологически неблагополучных территорий Саратовской области (Таблица 3.2.2 – 3.2.7) выделены параметры для оценки неканцерогенных рисков здоровью населения в условиях хронического перорального поступления химических веществ с питьевой водой, представленные в Таблице 5.1.5.

**Таблица 5.1.5 – Параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью в условиях хронического перорального поступления химических веществ с питьевой водой**

CAS	Вещество	RfC, мг/м <sup>3</sup>	Критические системы и органы
7439-89-6	Железо	0,3	Слизистые, кожа, кровь, иммун.
7446-09-5	Марганец	0,14	ЦНС, кровь
	ПАВ (анионоактивные)	1,5	Кожа, слизистые, аллергическое, ЦНС
	Нефтепродукты	0,03	Почки
14797-55-8	Нитраты	1,6	Кровь (MetHb), сердечно-сосудистая система
7439-92-1	Свинец	0,0035	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод. сист., гормон.
7440-43-9	Кадмий	0,0005	Почки, гормон.
7440-38-2	Мышьяк	0,0003	Кожа, ЦНС, нервная сист, ссс, иммун, горм (диабет), жкт
7439-97-6	Ртуть	0,0003	Иммун, почки. ЦНС, репрод, гормон
7440-50-8	медь	0,019	Жел.-киш. тракт, печень
50-29-3	ДДТ	0,0005	Печень, гормон
58-89--9	ГХЦГ	0,0003	Печень, почки, гормон
121-75-5	Малатион	0,02	Биохим (ХЭ, эритроц), ЦНС, систем, горм
1071-83-6	глифосат	0,1	Почки, развитие, системн
2921-88-2	Хлорпирифос	0,003	Биохим (ХЭ крови и эритроц)

Количественная оценка неканцерогенного риска влияния химических загрязнителей, содержащихся в питьевой воде, используемой населением экологически неблагополучных регионов области, рассчитывалась по формуле:

$$HQ = ADD / RfC,$$

где RfC – референтная (безопасная) концентрация (мг/л) суточного воздействия загрязняющего вещества в течение всей жизни человека, которое, вероятно, не должно привести к возникновению неприемлемого риска для его здоровья; значения RfC указанием критических органов и систем изложены в приложении Руководства Р 2.1.10.1920-04;

ADD – среднесуточная доза – потенциальная суточная доза поступления загрязняющего вещества, усредненная с учетом массы тела человека и периода воздействия вещества (мг/кг в сутки).

ADD рассчитывается по формуле:

$$ADD = (C \times IR \times ED \times EF) / (BW \times AT \times DPY),$$

где C – концентрация вещества в воде;

IR – величина (скорость) поступления загрязняющего вещества в организм человека, зависит от объема воды и составляет 2 л/сут;

ED – продолжительность воздействия, лет. Стандартное значение для взрослого человека – 30 лет;

EF – частота воздействия, дней/год (365 дней в году);

BW – масса тела человека (для подростка 52, 6 кг);

AT – период осреднения экспозиции воздействия (для хронических воздействий на взрослого человека – 30 лет);

DPY – число дней в году (365 дней/год).

При условии одновременного поступления нескольких загрязняющих веществ пероральным путем суммарная характеристика риска развития (HI) неканцерогенных эффектов высчитывается по формуле:

$$HI = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n$$

Если HQ (HI) меньше единицы, то угрозы здоровью нет, если больше, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше HQ.

**Таблица 5.1.6 а – Коэффициенты опасности (HQ) химических загрязнителей в питьевой воде ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона за периоды проведения исследований в условиях хронического перорального поступления, как параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью населения**

Химические загрязнители питьевой воды	Показатель HQ химических загрязнителей в питьевой воде ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона за периоды проведения исследований 2018-20 гг					
	Саратовский МР		Энгельский МР		Балаковский МР	
	ФХ	ЛПХ с. Багаевка	ФХ	ЛПХ с. Безымянное	ФХ	ЛПХ с. Кормежка
железо	<b>2,0</b>	<b>4,0</b>	<b>1,7</b>	<b>3,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
марганец	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>
СПАВ	0,4	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	0,007	0,03
нефтепродукты	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
нитраты	0,9	0,9	<b>4,25</b>	<b>4,25</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>
малатион	нет	нет	нет	нет	нет	нет
глифосат	0,1	нет	0,15	нет	0,1	нет
хлорпирифос	0,17	0,17	0,3	0,3	0,3	0,3
ГХЦГ	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>
ДДТ	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	0,4	0,4	0,4	0,4
Свинец	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Кадмий	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	0,4	0,4	0,6	0,6
Мышьяк	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>16,7</b>	<b>16,7</b>	<b>16,7</b>	<b>16,7</b>
Ртуть	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	0,8	0,8

**Таблица 5.1.6 б – Коэффициенты опасности (НҚ) химических загрязнителей в питьевой воде ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона за периоды проведения исследований в условиях хронического перорального поступления, как параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью населения**

Химические загрязнители питьевой воды	Показатель НҚ химических загрязнителей в питьевой воде ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона за периоды проведения исследований 2018-20 гг					
	Дергачевский МР		Ершовский МР		Марковский МР	
	ФХ	ЛПХс. Орошаемое	ФХ	ЛПХ п.Октябрьский	ФХ	ЛПХ с. Васильевское
железо	0,7	<b>2,0</b>	0,9	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>
марганец	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4
СПАВ	0,5	0,5	0,03	0,3	0,05	0,05
нефтепродукты	<b>1,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>6,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>
нитраты	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	0,3	0,3	<b>5,6</b>	<b>2,9</b>
малатион	нет	<b>4,0</b>	нет	<b>3,0</b>	нет	нет
глифосат	0,2	нет	0,25	нет	0,17	нет
хлорпирифос	0,02	0,7	0,02	0,7	0,01	0,3
ГХЦГ	<b>3,7</b>	<b>6,7</b>	0,7	0,7	0,7	0,7
ДДТ	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	0,4	0,4	0,4	0,4
Свинец	0,29	0,29	0,4	0,4	0,86	0,86
Кадмий	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>
Мышьяк	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>16,7</b>	<b>16,7</b>
Ртуть	0,4	0,4	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	0,4	0,4

**Таблица 5.1.6 в – Коэффициенты опасности (Н<sub>Q</sub>) химических загрязнителей в питьевой воде ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР региона за периоды проведения исследований в условиях хронического перорального поступления, как параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью населения**

Химические загрязнители питьевой воды	Показатель Н <sub>Q</sub> химических загрязнителей в питьевой воде ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР региона за периоды проведения исследований 2018-20 гг					
	Перелюбский МР		Романовский МР		Федоровский МР	
	ФХ	ЛПХ п. Молодежный	ФХ	ЛПХ с. Романовка	ФХ	ЛПХ с. Первомайское
железо	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	0,97	<b>1,0</b>	0,7	<b>1,0</b>
марганец	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
СПАВ	0,03	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
нефтепродукты	<b>1,7</b>	<b>3,3</b>	0,7	<b>1,0</b>	0,35	0,7
нитраты	<b>12,8</b>	<b>12,8</b>	0,44	<b>1,1</b>	0,38	0,38
малатион	нет	<b>4,5</b>	нет	нет	нет	<b>4,0</b>
глифосат	0,3	нет	0,2	нет	0,25	нет
хлорпирифос	0,02	0,7	0,17	0,17	0,02	0,7
ГХЦГ	0,7	0,7	<b>7,0</b>	<b>3,3</b>	<b>3,5</b>	<b>7,0</b>
ДДТ	0,4	0,4	0,6	0,6	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>
Свинец	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,86
Кадмий	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
Мышьяк	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	0,4	0,4	<b>16,7</b>	<b>16,7</b>
Ртуть	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>

Анализ неканцерогенного риска для здоровья населения экологически неблагополучных районов Саратовской области от веществ, поступающих в организм с питьевой водой, выявил наибольшие значения Н<sub>Q</sub> для населения как всех ФХ МР, так и всех ЛПХ сельских поселений от кадмия, мышьяка и пестицидов. Однако, в отличие от содержания химических веществ в атмосферном воздухе, в питьевой воде ЛПХ сельских поселений ряд контаминантов были в концентрациях, даже больших, чем в воде ФХ МР. Последнее объяснялось использованием для питьевых целей населением



сельских мест подземных грунтовых водоисточников, сорбирующих химические вещества, без каких-либо этапов очистки.

С учетом выше изложенного, за счет содержания контаминантов железа, нефтепродуктов, малатиона, ГХЦГ значения коэффициентов опасности питьевой воды для жителей ЛПХ сельских поселений (с. Багаевское, с. Первомайское, с. Орошаемое, поселков Молодежный и Октябрьский), колебались в пределах от 2,0 до 7,0, что было достоверно выше, чем в воде, прошедшей водоподготовку и подаваемой населению Федоровского, Дергачевского, Перелюбского и Ершовского муниципальных районов, где HQ составлял от 1,7 до 3,5 (Таблицы 5.1.6. а, б, в).

Проведенное ранжирование критических органов и систем для населения по суммарным индексам опасности (ТНІ) при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия загрязняющих питьевую воду на экологически неблагоприятных территориях региона представлено в Таблицах 5.1.7 а, б, в.

На основании полученных результатов были выявлены приоритетные поллютанты однонаправленного действия, содержащиеся в питьевой воде на экологически неблагоприятных территориях ФХ МР и ЛПХ сельских поселений Саратовской области. В результате опасными контаминантами, поступающими с питьевой водой, для иммунной, гормональной и центральной нервной системы оказались: мышьяк, ртуть, кадмий, пестициды (ДДТ, ГХЦГ, малатион) (Таблица 5.1.8 а, б, в.).

**Таблица 5.1.7 а – Ранжирование критических органов и систем для населения ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных районов региона по суммарному индексу опасности (ТНІ) при комбинированном поступлении химических веществ однонаправленного действия, загрязняющих питьевую воду**

Критические органы и системы	ТНІ при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия загрязняющих питьевую воду для населения ФХ и ЛПХ на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Саратовский МР		Энгельсский МР		Балаковский МР.	
	ФХ	ЛПХ с. Багаевка	ФХ	ЛПХ с. Безымянное	ФХ	ЛПХ с. Кормежка
цнс	5,1	5,7	<b>20,6</b>	<b>20,7</b>	<b>18,9</b>	<b>18,9</b>
ссс	2,6	2,6	<b>20,95</b>	<b>20,95</b>	<b>23,1</b>	<b>23,1</b>
кровь	4,3	7,1	7,05	8,35	9,8	9,8
гормонал	7,4	7,4	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>18,7</b>	<b>18,7</b>
почки	3,4	3,4	3,6	3,7	3,0	3,0
печень	3,7	3,7	2,1	2,1	1,1	1,4
Иммунная система	3,3	3,3	<b>18,3</b>	<b>18,3</b>	<b>17,5</b>	<b>17,5</b>

**Таблица 5.1.7 б – Ранжирование критических органов и систем для населения ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных районов региона по суммарному индексу опасности (ТНІ) при комбинированном поступлении химических веществ однонаправленного действия, загрязняющих питьевую воду**

Критические органы и системы	ТНІ при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия загрязняющих питьевую воду для населения ФХ и ЛПХ на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Дергачевский МР		Ершовский МР		Марковский МР	
	ФХ	ЛПХ с.Орошаемое	ФХ	ЛПХ п. Октябрьский	ФХ	ЛПХ с. Васильевское
цнс	3,9	3,9	3,43	3,63	<b>17,55</b>	<b>17,55</b>
ссс	3,9	3,9	2,0	2,0	<b>22,3</b>	<b>19,6</b>
кровь	3,0	4,3	4,7	8,2	7,7	5,0
гормонал	<b>14,0</b>	<b>18,0</b>	3,8	6,8	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>
почки	8,0	10,0	4,0	7,4	2,0	2,0
печень	10,7	10,7	1,1	1,1	1,3	1,1
Иммунная система	2,7	2,7	2,9	2,9	<b>17,1</b>	<b>17,1</b>

**Таблица 5.1.7 в – Ранжирование критических органов и систем для населения ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных районов региона по суммарному индексу опасности (ТНІ) при комбинированном поступлении химических веществ однонаправленного действия, загрязняющих питьевую воду**

Критические органы и системы	ТНІ при комбинированном поступлении химических веществ, однонаправленного действия загрязняющих питьевую воду для населения ФХ и ЛПХ на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Перелюбский МР		Романовский МР		Федоровский МР.	
	ФХ	ЛПХп. Молодежный	ФХ	ЛПХ с. Романовское	ФХ	ЛПХ с. Первомайское
цнс	3,43	3,7	1,6	1,6	<b>19,4</b>	<b>20,0</b>
ссс	<b>15,1</b>	<b>15,1</b>	0,84	1,5	<b>17,1</b>	<b>17,1</b>
кровь	<b>14,9</b>	<b>14,9</b>	2,04	2,74	1,68	1,98
гормонал	4,4	8,9	9,0	5,3	<b>26,2</b>	<b>33,7</b>
почки	2,4	4,0	7,7	4,3	3,85	7,38
печень	1,1	1,1	7,6	3,9	7,5	11,0
Иммунная система	2,7	2,7	0,8	0,8	<b>18,4</b>	<b>18,4</b>

Проведенными исследованиями (Таблицы 5.1.7 а, б, в) было установлено, что для населения, проживающего на территориях всех ФХ МР и ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области, за исключением Романовского, отмечался настораживающий или высокий уровень неканцерогенных эффектов суммарного индекса опасности комбинированного загрязнения питьевой воды поллютантами в отношении гормональной и центральной нервной системы, составляющий от 3,8 до 33,7 единиц.

Напротив, для органов иммунной системы от поллютантов, содержащихся в питьевой воде, значительно чаще выявлялся одинаковый допустимый уровень неканцерогенных эффектов, что было характерно как для населения ФХ, так и ЛПХ Романовского, Перелюбского, Дергачевского районов (соответственно, МР и с.н.м.: 0,8 и 0,8; 2,7 и 2,7; 2,7 и 2,7). Также безопасный уровень ТНІ был характерен и для детоксикационного органа – печени жителей Перелюбского, Энгельсского, Ершовского Балаковского и

Марксовского районов ФХ и ЛПХ, который в среднем колебался от 1,1 до 2,1 единиц.

Для оценки значения общего суммарного канцерогенного риска (TCR), возникающего от присутствия в питьевой воде экологически неблагоприятных районов региона шести канцерогенов (Cd, As, Pb, глифосата, ДДТ и ГХЦГ), предварительно проводили расчет индивидуального канцерогенного риска (CR), по формуле:

$$CR=LADD \times SF,$$

где LADD – пожизненная средняя суточная доза, мг/ (л x день); SFI – фактор канцерогенного потенциала (мг/(л x сут)-1).

При комплексном воздействии канцерогенов суммарный канцерогенный риск для каждого пути поступления рассчитывается по формуле:

$$TCR = \sum CR_j,$$

где  $CR_j$  – канцерогенный риск для j-го канцерогенного вещества.

Для канцерогенных эффектов допустимым уровнем риска являлось значение общего суммарного канцерогенного риска TCR, равное  $1,0 \times 10^{-5}$ .

Общий суммарный канцерогенный риск для здоровья населения на экологически неблагоприятных территориях региона при воздействии канцерогенов питьевой воды представлен в Таблицах 5.1.8. а, б, в.

**Таблица 5.1.8 а – Общий суммарный канцерогенный риск для здоровья населения ФХ и ЛПХ, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона при воздействии канцерогенов питьевой воды**

Канцерогенные вещества в питьевой воде	Канцерогенный риск CR <sub>j</sub> для j-го канцерогенного вещества и TCR при их комбинированном поступлении с питьевой водой для населения ФХ и ЛП, проживающих на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Саратовский МР		Энгельсский МР		Балаковский МР	
	ФХ	ЛПХ с. Багаевка	ФХ	ЛПХ с. Безымянное	ФХ	ЛПХ с. Кормежка
кадмий SF= 0,38	4,6x 10 <sup>-5</sup>	4,6x 10 <sup>-5</sup>	9,1x 10 <sup>-7</sup>	4,6x 10 <sup>-5</sup>	1,4x 10 <sup>-6</sup>	1,4x 10 <sup>-6</sup>
Мышьяк SF= 1,5	9,0 x 10 <sup>-5</sup>	9,0 x 10 <sup>-5</sup>	9,0x 10 <sup>-4</sup>	9,0x 10 <sup>-4</sup>	9,0x 10 <sup>-4</sup>	9,0x 10 <sup>-4</sup>
свинец SF= 0,47	1,6x 10 <sup>-5</sup>	1,6x 10 <sup>-5</sup>	1,6x 10 <sup>-5</sup>	1,6x 10 <sup>-5</sup>	1,6x 10 <sup>-5</sup>	1,6x 10 <sup>-5</sup>
ДДТ SF= 0,34	4,1x 10 <sup>-6</sup>	4,1x 10 <sup>-6</sup>	8,2x 10 <sup>-7</sup>	8,2x 10 <sup>-7</sup>	8,2x 10 <sup>-7</sup>	8,2x 10 <sup>-7</sup>
ГХЦГ SF=1,3	7,8x 10 <sup>-6</sup>	7,8x 10 <sup>-6</sup>	7,8x 10 <sup>-6</sup>	7,8x 10 <sup>-6</sup>	4,7 x 10 <sup>-6</sup>	4,7 x 10 <sup>-6</sup>
Глифосат SF==0,00005	5,0x 10 <sup>-7</sup>	нет	9,0x 10 <sup>-9</sup>	нет	5,0x 10 <sup>-7</sup>	нет
TCR в воде питьевой	1,6x 10 <sup>-4</sup>	1,6x 10 <sup>-4</sup>	9,3x 10 <sup>-4</sup>	9,7x 10 <sup>-4</sup>	9,2x 10 <sup>-4</sup>	9,2x 10 <sup>-4</sup>

**Таблица 5.1.8 б – Общий суммарный канцерогенный риск для здоровья населения ФХ и ЛПХ, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона, при воздействии канцерогенов питьевой воды**

Канцерогенные вещества в питьевой воде	Канцерогенный риск CR <sub>j</sub> для j-го канцерогенного вещества и TCR при их комбинированном поступлении с питьевой водой для населения ФХ и ЛП, проживающих на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Дергачевский МР		Ершовский МР		Марксовский МР	
	ФХ	ЛПХ с.Орошаемое	ФХ	ЛПХ п. Октябрьский	ФХ	ЛПХ с. Васильевское
кадмий SF= 0,38	2,3x 10 <sup>-6</sup>	2,3x 10 <sup>-6</sup>	2,3x 10 <sup>-6</sup>	2,3x 10 <sup>-6</sup>	3,2 x 10 <sup>-6</sup>	3,2 x 10 <sup>-6</sup>
Мышьяк SF= 1,5	1,3x 10 <sup>-4</sup>	1,3x 10 <sup>-4</sup>	9,0 x 10 <sup>-5</sup>	9,0 x 10 <sup>-5</sup>	9,0x 10 <sup>-4</sup>	9,0x 10 <sup>-4</sup>
свинец SF= 0,47	5,6x 10 <sup>-6</sup>	5,6x 10 <sup>-6</sup>	8,5x 10 <sup>-6</sup>	8,5x 10 <sup>-6</sup>	1,6x 10 <sup>-5</sup>	1,6x 10 <sup>-5</sup>
ДДТ SF= 0,34	8,2 x 10 <sup>-6</sup>	8,2 x 10 <sup>-6</sup>	8,2x 10 <sup>-7</sup>	8,2x 10 <sup>-7</sup>	8,2x 10 <sup>-7</sup>	8,2x 10 <sup>-7</sup>
ГХЦГ SF=1,3	3,1 x 10 <sup>-5</sup>	3,1 x 10 <sup>-5</sup>	3,1 x 10 <sup>-6</sup>	3,1 x 10 <sup>-6</sup>	3,1 x 10 <sup>-6</sup>	3,1 x 10 <sup>-6</sup>
Глифосат SF==0,00005	1,2 x 10 <sup>-8</sup>	нет	1,5 x 10 <sup>-8</sup>	нет	1,0 x 10 <sup>-8</sup>	нет
TCR в воде питьевой	1,8x 10 <sup>-4</sup>	1,8x 10 <sup>-4</sup>	1,0x 10 <sup>-4</sup>	1,0x 10 <sup>-4</sup>	9,2x 10 <sup>-4</sup>	9,2x 10 <sup>-4</sup>

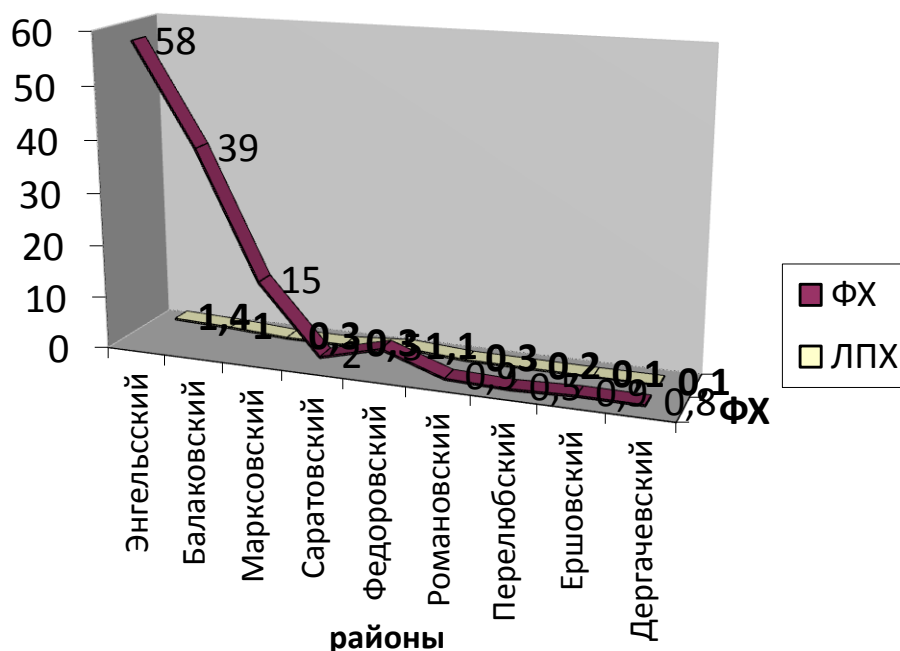
**Таблица 5.1.8 в – Общий суммарный канцерогенный риск для здоровья населения ФХ и ЛПХ, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона, при воздействии канцерогенов питьевой воды**

Канцерогенные вещества в питьевой воде	Канцерогенный риск CR <sub>j</sub> для j-го канцерогенного вещества и TCR при их комбинированном поступлении с питьевой водой для населения ФХ и ЛП, проживающих на экологически неблагоприятных территориях региона					
	Перелобский МР		Романовский МР		Федоровский МР	
	ФХ	ЛПХ п. Молодежный	ФХ	ЛПХ с. Романовское	ФХ	ЛПХ с. Первомайское
кадмий SF= 0,38	$2,3 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-6}$	$4,6 \times 10^{-5}$	$4,6 \times 10^{-5}$
Мышьяк SF= 1,5	$1,3 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-4}$	$9,0 \times 10^{-4}$	$9,0 \times 10^{-4}$
свинец SF= 0,47	$8,5 \times 10^{-6}$	$8,5 \times 10^{-6}$	$8,5 \times 10^{-6}$	$8,5 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-5}$
ДДТ SF= 0,34	$8,2 \times 10^{-7}$	$8,2 \times 10^{-7}$	$1,2 \times 10^{-6}$	$1,2 \times 10^{-6}$	$8,2 \times 10^{-6}$	$8,2 \times 10^{-6}$
ГХЦГ SF==1,3	$3,1 \times 10^{-6}$	$3,1 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$3,1 \times 10^{-5}$	$3,1 \times 10^{-5}$
Глифосат SF==0,00005	$1,8 \times 10^{-8}$	нет	$1,2 \times 10^{-8}$	нет	$1,5 \times 10^{-8}$	нет
TCR в воде питьевой	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$

Суммарный канцерогенный индивидуальный риск при воздействии химических онкогенов питьевой воды в течение всей жизни населения, проживающего во всех экологически неблагоприятных муниципальных районах ФХ и ЛПХ региона, был примерно одинаковым и расценивался как предельно допустимый приемлемый риск на уровне величины  $1 \times 10^{-4}$ . Более того, для сельчан ФХ и ЛПХ с. Первомайское Федоровского МР суммарный индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни был  $1,1 \times 10^{-3}$ , что соответствовало неприемлемому риску для населения и нуждалось в осуществлении проведения экстренных оздоровительных мероприятий по снижению риска. При этом наибольший вклад в суммарный индивидуальный канцерогенный риск питьевой воды как МР, так и сельских поселений вносил мышьяк, составляя в процентном отношении к остальным канцерогенам от 85 до 95 %.

**Таблица 5.1.9 – Ранжирование экологически неблагоприятных территорий региона с учетом значений популяционного канцерогенного рисков от воздействия химических поллютантов, содержащихся в питьевой воде**

Исследуемые МР Саратовской области	Популяционные канцерогенные риски для населения ФХ и ЛПХ от воздействия химических поллютантов, содержащихся в питьевой воде на территориях МР региона	
	ФХ МР	ЛПХ сельских поселений
Энгельсский	ФХ 58	ЛПХ с. Безымянное 1,4
Балаковский	ФХ 39	ЛПХ с.Кормежка 1,0
Марковский	ФХ 15	ЛПХ с. Васильевское 0,3
Саратовский	ФХ 2	ЛПХ с.Багаевка 0,3
Федоровский	ФХ 5	ЛПХ с. Первомайское 1,1
Романовский	ФХ 0,9	ЛПХ с.Романовка 0,3
Перелюбский	ФХ 0,5	ЛПХ пос. Молодежный 0,02
Ершовский	ФХ 0,9	ЛПХ пос.Октябрьский 0,1
Дергачевский	ФХ 0,8	ЛПХ с. Орошаемое 0,1



**Рисунок 4 – Ранжирование экологически неблагоприятных территорий региона с учетом значений популяционного канцерогенного**

## **риска от воздействия химических поллютантов, содержащихся в питьевой воде**

Ранжирование экологически неблагополучных территорий региона с учетом значений популяционного канцерогенного рисков от воздействия химических поллютантов, содержащихся в питьевой воде показало (см. рис. 4), что дополнительное количество случаев рака над фоном может достигать от 15 до 58 случаев в год для населения ФХ, находящихся на крупных агропромышленных территориях Марковского, Балаковского и Энгельсского МР, загрязненных тяжелыми металлами и, прежде всего, As. На всех остальных территориях ЛПХ сельских поселений 9-ти экологически неблагополучных МР области дополнительное количество случаев рака над фоном, связанное с загрязнением питьевой воды не превышало даже 1,5 единичных случаев в год.

Исследование общетоксического и канцерогенного действия химических загрязнителей почвы на здоровье населения экологически неблагополучных районов Саратовского региона проводилось в соответствии с общими принципами методологии оценки риска. В данном разделе работы использован сценарий для селитебной зоны с оценкой многомаршрутной экспозиции контаминантов почвы для перорального и перкутанного пути поступления контаминантов. Для изучения неканцерогенных эффектов использовался подход референтных (безопасных) доз. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов проводилась на основе расчета коэффициента опасности по формуле:

$$HQ = AD / RfD,$$

где AD – средняя доза (мг/кг), RfD – референтная (безопасная доза, мг/кг).

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов при многосредовых, комбинированных и комплексных воздействиях химических веществ проводилась на основе расчета индекса опасности (HI). При этом HI при



условии одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем рассчитывается по формуле:

$$HI = \sum HQ_i,$$

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

При комплексном поступлении химического вещества в организм человека из окружающей среды одновременно несколькими путями, а также при многосредовом и многомаршрутном воздействии рассчитывался суммарный индекс опасности по формуле:

$$THI = \sum HQ_j,$$

где  $HQ_j$  – индексы опасности для отдельных путей поступления или отдельных маршрутов воздействия [140].

Характеристика параметров для оценки неканцерогенного риска здоровью в условиях хронического перорального поступления химических веществ из почвы представлена в Таблице 5.1.10.

**Таблица 5.1.10 – Параметры для оценки неканцерогенного риска здоровью населения в условиях хронического перорального поступления химических веществ из почвы**

CAS	Вещество	RfC, мг/м <sup>3</sup>	Критические системы и органы
7439-92-1	Свинец	0,0035	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод. сист., гормон.
7440-43-9	Кадмий	0,0005	Почки, гормон.
7440-38-2	Мышьяк	0,0003	Кожа, ЦНС, нервная сист., серд.сос.сист., иммун., гормон.(дибет), жел-киш.тракт
7439-97-6	Ртуть	0,0003	Иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон.
7440-50-8	Медь	0,019	Жел.-киш. тракт, печень
50-32-8	Бенз(а)пирен	0,0005	рак, процессы развития
14797-55-8	Нитраты	1,6	Кровь (MetHb), сердечно-сосудистая система
	Нефтепродукты	0,03	Почки
50-89-9	ГХЦГ	0,0003	Печень, почки, гормон.
50-29-3	ДДТ	0,0005	Печень, гормон.
2921-88-2	Хлорпирифос	0,003	Биохим (ХЭ крови и эритроцитов)
1071-83-6	Глифосат	0,1	Почки, развитие, системн
121-75-5	Малатион	0,02	Биохим (ХЭ эритроцитов), ЦНС, системн, гормон.

Расчет суммарных индексов опасности (ТНІ) химических загрязнителей почвы при многомаршрутной (перооральной и перкутанной) экспозиции хронического поступления контаминантов за периоды проведения исследований (2018-20 г.г.) как параметров оценки неканцерогенного риска здоровью населения на территориях экологически неблагополучных районов региона представлены в Таблицах 5.1.11 а, б, в.

**Таблица 5.1.11 а – ТНІ химических загрязнителей, содержащихся в почве, в оценке неканцерогенного риска здоровью населения ФХ и ЛПХ, проживающего на территориях экологически неблагополучных МР, за периоды проведения исследований в условиях многомаршрутной экспозиции хронического поступления контаминантов**

Химические загрязнители в почве	Показатель ТНІ химических загрязнителей, содержащиеся в почве ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР за периоды проведения исследований 2018-20 гг					
	Саратовский МР		Энгельсский МР		Балаковский МР	
	ФХ	ЛПХ с. Багаевка	ФХ	ЛПХ с.Безымянное	ФХ	ЛПХ с.Кормежка
Свинец	0,0013	0,0012	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012
Кадмий	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011
Мышьяк	нет	нет	0,0053	0,0042	0,0045	0,004
Ртуть	нет	нет	0,0053	0,0042	нет	нет
Медь	0,001	0,0083	0,009	0,001	0,008	0,008
Бенз(а)пирен	0,0001	0,0001	0,00007	0,00007	0,00006	0,00006
Нитраты	0,002	0,002	0,0022	0,0016	0,002	0,0016
Нефтепродукты	0,017	0,0048	0,02	0,0061	0,02	0,0038
ГХЦГ	0,00008	0,00008	0,00017	0,00017	0,00015	0,00015
ДДТ	0,00008	0,00008	0,00003	0,00003	0,00015	0,00015
Хлорпирифос	0,000042	0,000021	нет	нет	нет	нет
Глифосат	0,00084	нет	0,00056	нет	0,0006	нет
Малатион	нет	0,00057	нет	0,00056	нет	0,00056

**Таблица 5.1.11 б – ТНІ химических загрязнителей, содержащихся в почве, в оценке неканцерогенного риска здоровью населения ФХ и ЛПХ, проживающего на территориях экологически неблагоприятных МР, за периоды проведения исследований в условиях многомаршрутной экспозиции хронического поступления контаминантов**

Химические загрязнители в почве	Показатель ТНІ химических загрязнителей, содержащиеся в почве ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР за периоды проведения исследований 2018-20 гг					
	Дергачевский МР		Ершовский МР		Марковский МР	
	ФХ	ЛПХс. Орошаемое	ФХ	ЛПХп. Октябрьский	ФХ	ЛПХс. Васильевское
Свинец	0,0044	0,0043	0,0037	0,0037	0,0062	0,0061
Кадмий	нет	нет	нет	нет	0,00041	0,00041
Мышьяк	нет	нет	нет	нет	0,0004	0,0003
Ртуть	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Медь	0,00036	0,00036	0,00036	0,00036	0,0009	0,0009
Бенз(а)пирен	0,00003	0,00003	0,00002	0,00002	0,00006	0,00006
Нитраты	0,0025	0,0007	0,0027	0,0015	0,0015	0,0007
Нефтепродукты	0,036	0,01	0,031	0,0015	0,015	0,0016
ГХЦГ	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00015	0,00015
ДДТ	0,00018	0,00017	0,00025	0,00017	0,0002	0,0002
Хлорпирифос	0,00042	0,000028	0,00042	0,000028	нет	нет
Глифосат	0,00013	нет	0,00084	нет	0,00042	нет
Малатион	нет	0,00067	нет	0,00067	нет	0,00067

**Таблица 5.1.11 в – ТНІ химических загрязнителей, содержащихся в почве, в оценке неканцерогенного риска здоровью населения ФХ и ЛПХ, проживающего на территориях экологически неблагополучных МР, за периоды проведения исследований в условиях многомаршрутной экспозиции хронического поступления контаминантов**

Химические загрязнители в почве	Показатель ТНІ химических загрязнителей, содержащиеся в почве ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР за периоды проведения исследований 2018-20 гг					
	Перелюбский МР		Романовский МР		Федоровский МР	
	ФХ	ЛПХ п. Молодежный	ФХ	ЛПХ с. Романовка	ФХ	ЛПХ с. Первомайское
Свинец	0,003	0,003	0,0023	0,0023	0,0028	0,0028
Кадмий	нет	нет	нет	нет	0,0013	0,0011
Мышьяк	нет	нет	нет	нет	0,0004	0,00034
Ртуть	нет	нет	нет	нет	0,0006	0,0005
Медь	0,00036	0,00036	0,00053	0,00045	0,00035	0,00035
Бенз(а)пирен	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002
Нитраты	0,003	0,0014	0,0021	0,00064	0,0014	0,0006
Нефтепродукты	0,0034	0,0034	0,00064	0,00064	0,00095	0,00095
ГХЦГ	0,00017	0,00017	0,00011	0,000011	0,00022	0,00022
ДДТ	0,00022	0,00022	0,00015	0,00015	0,00005	0,00004
Хлорпирифос	0,00042	0,00014	нет	нет	0,000028	0,000014
Глифосат	0,00013	нет	0,00084	нет	0,00098	нет
Малатион	нет	0,0074	нет	0,00056	нет	0,0062

Полученные результаты значений суммарных индексов опасности, как уровней неканцерогенных эффектов, обусловленных многомаршрутной экспозицией контаминантов почвы, вне зависимости от территориального расположения обследованных муниципальных районов и сельских населенных мест находились в интервалах от 0,00006 до 0,01 (Таблицы 5.1.12 а, б, в), что было значительно ниже значений допустимого уровня неканцерогенных эффектов (1,1-3,0) и свидетельствовало о безопасности данного пути загрязнения для здоровья населения.

Крайне низкие значения установленных суммарных индексов опасности (ТНІ) химических загрязнителей почвы при их многомаршрутной (перооральной и перкутанной) экспозиции хронического поступления для здоровья населения, проживающего на территориях экологически неблагоприятных районов региона, позволили в число приоритетных для оценки риска контаминантов почвы включить поллютанты, обладающие канцерогенным эффектом: Cd, As, Pb, ДДТ, ГХЦГ, бенз(а)пирен, глифосат.

Результаты расчета общего суммарного канцерогенного риска для организма человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях, при многомаршрутной экспозиции воздействию семи канцерогенов (Cd, As, Pb, ДДТ, ГХЦГ, бенз(а)пирена, глифосата), содержащихся в почве, представлены в Таблицах 5.1.12 а, б, в.

**Таблица 5.1.12 а – Общий суммарный канцерогенный риск для организма человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона при многомаршрутной экспозиции воздействию канцерогенов, содержащихся в почве**

Канцерогенные вещества в почве	Канцерогенный риск CR <sub>j</sub> для j-го канцерогенного вещества и TCR при многомаршрутной экспозиции и комбинированном поступлении веществ из почвы в организм человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях ФХ и ЛПХ в периоды проведения исследований 2018-20 гг.					
	Саратовский МР		Энгельский МР		Балаковский МР	
	ФХ	ЛПХс. Багаевка	ФХ	ЛПХс.Безымянное	ФХ	ЛПХс.К ормежка
Свинец	6,1 x 10 <sup>-7</sup>	6,1 x 10 <sup>-7</sup>	6,1 x 10 <sup>-7</sup>	5,6 x 10 <sup>-7</sup>	5,6 x 10 <sup>-7</sup>	5,6 x 10 <sup>-7</sup>
Кадмий	4,9 x 10 <sup>-7</sup>	4,6 x 10 <sup>-7</sup>	4,6 x 10 <sup>-7</sup>	4,6 x 10 <sup>-7</sup>	4,2 x 10 <sup>-7</sup>	4,2 x 10 <sup>-7</sup>
Мышьяк	нет	нет	8,1 x 10 <sup>-7</sup>	6,3 x 10 <sup>-7</sup>	6,3 x 10 <sup>-7</sup>	6,3 x 10 <sup>-7</sup>
Бенз(а)пирен	7,3 x 10 <sup>-7</sup>	7,3 x 10 <sup>-7</sup>	5,1 x 10 <sup>-8</sup>	5,1 x 10 <sup>-8</sup>	2,8 x 10 <sup>-8</sup>	2,8 x 10 <sup>-8</sup>
ГХЦГ	1,7 x 10 <sup>-8</sup>	1,7 x 10 <sup>-8</sup>	1,0 x 10 <sup>-7</sup>	1,0 x 10 <sup>-7</sup>	2,0 x 10 <sup>-7</sup>	2,0 x 10 <sup>-7</sup>
ДДТ	2,7 x 10 <sup>-8</sup>	2,7 x 10 <sup>-8</sup>	4,0 x 10 <sup>-7</sup>	4,0 x 10 <sup>-7</sup>	5,1 x 10 <sup>-7</sup>	5,1 x 10 <sup>-7</sup>
Глифосат	4,2 x 10 <sup>-10</sup>	нет	2,8 x 10 <sup>-10</sup>	нет	3,0 x 10 <sup>-10</sup>	нет
<b>ТСР в почве</b>	1,9x10 <sup>-6</sup>	1,8x10 <sup>-6</sup>	2,4x10 <sup>-6</sup>	2,2x10 <sup>-6</sup>	2,3x10 <sup>-6</sup>	2,3x10 <sup>-6</sup>

**Таблица 5.1.12 б – Общий суммарный канцерогенный риск для организма человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона, при многомаршрутной экспозиции воздействию канцерогенов, содержащихся в почве**

Канцерогенные вещества в почве	Канцерогенный риск CR <sub>j</sub> для j-го канцерогенного вещества и TCR при многомаршрутной экспозиции и комбинированном поступлении веществ из почвы в организм человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях ФХ и ЛПХ в периоды проведения исследований 2018-20 гг.					
	Дергачевский МР		Ершовский МР		Марксовский МР	
	ФХ	ЛПХ с. Орошаемое	ФХ	ЛПХп. Октябрьский	ФХ	ЛПХс. Васильевское
Свинец	2,1 x 10 <sup>-8</sup>	2,0 x 10 <sup>-8</sup>	1,7 x 10 <sup>-8</sup>	1,7 x 10 <sup>-8</sup>	2,9 x 10 <sup>-8</sup>	2,9 x 10 <sup>-8</sup>
Кадмий	нет	нет	нет	нет	1,6 x 10 <sup>-8</sup>	1,6 x 10 <sup>-8</sup>
Мышьяк	нет	нет	нет	нет	6,3 x 10 <sup>-7</sup>	5,1 x 10 <sup>-7</sup>
Бенз(а)пирен	2,2 x 10 <sup>-8</sup>	2,2 x 10 <sup>-8</sup>	9,4 x 10 <sup>-9</sup>	9,4 x 10 <sup>-9</sup>	4,4 x 10 <sup>-8</sup>	4,4 x 10 <sup>-8</sup>
ГХЦГ	2,2 x 10 <sup>-7</sup>	2,2 x 10 <sup>-7</sup>	2,2 x 10 <sup>-7</sup>	2,2 x 10 <sup>-7</sup>	2,0 x 10 <sup>-7</sup>	2,0 x 10 <sup>-7</sup>
ДДТ	5,8 x 10 <sup>-7</sup>	5,8 x 10 <sup>-7</sup>	8,5 x 10 <sup>-7</sup>	5,8 x 10 <sup>-7</sup>	6,8 x 10 <sup>-7</sup>	6,8 x 10 <sup>-7</sup>
Глифосат	6,5 x 10 <sup>-10</sup>	нет	4,2 x 10 <sup>-10</sup>	нет	4,2 x 10 <sup>-10</sup>	нет
<b>ТСР в почве</b>	8,4x10 <sup>-7</sup>	8,4x10 <sup>-7</sup>	1,1x10 <sup>-6</sup>	8,3x10 <sup>-7</sup>	1,6x10 <sup>-6</sup>	1,5x10 <sup>-6</sup>

Из представленных в таблице данных следует, что значения суммарных канцерогенных индивидуальных рисков в течение всей жизни, обусловленных вышеперечисленными онкогенными поллютантами, содержащимися в почве на территориях ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона, не превышали величины  $2,4 \times 10^{-6}$ , что свидетельствовало о приемлемом индивидуальном пожизненном уровне канцерогенного риска.

При этом наибольший вклад в суммарный индивидуальный канцерогенный риск на территориях ФХ и ЛПХ Энгельсского, Балаковского, Марксовского, Саратовского и Федоровского МР вносили ТМ (60-75 %); Перелюбского, Дергачевского, Романовского и Ершовского МР – ХОП (до 96 %).

**Таблица 5.1.12 в – Общий суммарный канцерогенный риск для организма человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона при многомаршрутной экспозиции воздействию канцерогенов, содержащихся в почве**

Канцерогенные вещества в почве	Канцерогенный риск CR <sub>j</sub> для j-го канцерогенного вещества и TCR при многомаршрутной экспозиции и комбинированном поступлении веществ из почвы в организм человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях ФХ и ЛПХ в периоды проведения исследований 2018-20 гг.					
	Перелюбский МР		Романовский МР		Федоровский МР	
	ФХ	ЛПХ п. Молодежный	ФХ	ЛПХ с. Романовка	ФХ	ЛПХ с. Первомайское
Свинец	1,4 x 10 <sup>-8</sup>	1,4 x 10 <sup>-8</sup>	1,1 x 10 <sup>-8</sup>	1,1 x 10 <sup>-8</sup>	1,3 x 10 <sup>-8</sup>	1,3 x 10 <sup>-8</sup>
Кадмий	нет	нет	нет	нет	4,9 x 10 <sup>-7</sup>	4,2 x 10 <sup>-7</sup>
Мышьяк	нет	нет	нет	нет	6,3 x 10 <sup>-7</sup>	5,1 x 10 <sup>-7</sup>
Бенз(а)пирен	9,4 x 10 <sup>-9</sup>	9,4 x 10 <sup>-9</sup>	9,4 x 10 <sup>-9</sup>	9,4 x 10 <sup>-9</sup>	9,4 x 10 <sup>-9</sup>	9,4 x 10 <sup>-9</sup>
ГХЦГ	2,0 x 10 <sup>-7</sup>	2,0 x 10 <sup>-7</sup>	1,4 x 10 <sup>-7</sup>	1,4 x 10 <sup>-8</sup>	2,9 x 10 <sup>-7</sup>	2,9 x 10 <sup>-7</sup>
ДДТ	6,8 x 10 <sup>-7</sup>	6,8 x 10 <sup>-7</sup>	5,1 x 10 <sup>-7</sup>	5,1 x 10 <sup>-7</sup>	9,1 x 10 <sup>-7</sup>	9,1 x 10 <sup>-7</sup>
Глифосат	4,2 x 10 <sup>-10</sup>	нет	4,2 x 10 <sup>-10</sup>	нет	4,9 x 10 <sup>-10</sup>	нет
<b>ТСР в почве</b>	9,0x 10 <sup>-7</sup>	9,0x 10 <sup>-7</sup>	6,7x 10 <sup>-7</sup>	6,7x 10 <sup>-7</sup>	2,3x 10 <sup>-6</sup>	2,2x 10 <sup>-6</sup>

Характеристика индивидуальных канцерогенных рисков для населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона, от комбинированного воздействия загрязнителей атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы представлена в Таблицах 5.1.13 а, б, в.

**Таблица 5.1.13 а – Общий суммарный канцерогенный риск для организма человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона, при многомаршрутной экспозиции воздействию канцерогенов, содержащихся в почве**

Суммарные канцерогенные риски в объектах окружающей среды:	Характеристика суммарных индивидуальных канцерогенных рисков от комбинированного поступления онкогенов в организм населения, проживающего на территории ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона из атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы					
	Саратовский МР		Энгельский МР		Балаковский МР	
	ФХ	ЛПХ с. Багаевка	ФХ	ЛПХ с.Безымянное	ФХ	ЛПХс. Кормежка
атмосферном воздухе	$5,2 \times 10^{-3}$	$4,8 \times 10^{-3}$	$7,0 \times 10^{-3}$	$6,7 \times 10^{-3}$	$8,2 \times 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-3}$
питьевой воде	$1,6 \times 10^{-4}$	$1,6 \times 10^{-4}$	$9,3 \times 10^{-4}$	$9,7 \times 10^{-4}$	$9,2 \times 10^{-4}$	$9,2 \times 10^{-4}$
почве	$1,9 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-6}$
<b>ТСР суммарный</b>	$5,4 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$8,0 \times 10^{-3}$	$7,7 \times 10^{-3}$	$9,1 \times 10^{-3}$	$5,4 \times 10^{-3}$

**Таблица 5.1.13 б – Общий суммарный канцерогенный риск для организма человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона при многомаршрутной экспозиции воздействию канцерогенов, содержащихся в почве**

Суммарные канцерогенные риски в объектах окружающей среды:	Характеристика суммарных индивидуальных канцерогенных рисков от комбинированного поступления онкогенов в организм населения, проживающего на территории ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона из атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы					
	Дергачевский МР		Ершовский МР		Марковский МР	
	ФХ	ЛПХ с. Орошаемое	ФХ	ЛПХ п. Октябрьский	ФХ	ЛПХ с.Васильевское
атмосферном воздухе	$4,2 \times 10^{-3}$	$4,1 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-4}$	$8,4 \times 10^{-3}$	$8,1 \times 10^{-3}$
питьевой воде	$1,8 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$9,2 \times 10^{-4}$	$9,2 \times 10^{-4}$
почве	$8,4 \times 10^{-7}$	$8,4 \times 10^{-7}$	$1,1 \times 10^{-6}$	$8,3 \times 10^{-7}$	$1,6 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-6}$
<b>ТСР суммарный</b>	$4,4 \times 10^{-3}$	$4,2 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$9,3 \times 10^{-3}$	$9,0 \times 10^{-3}$

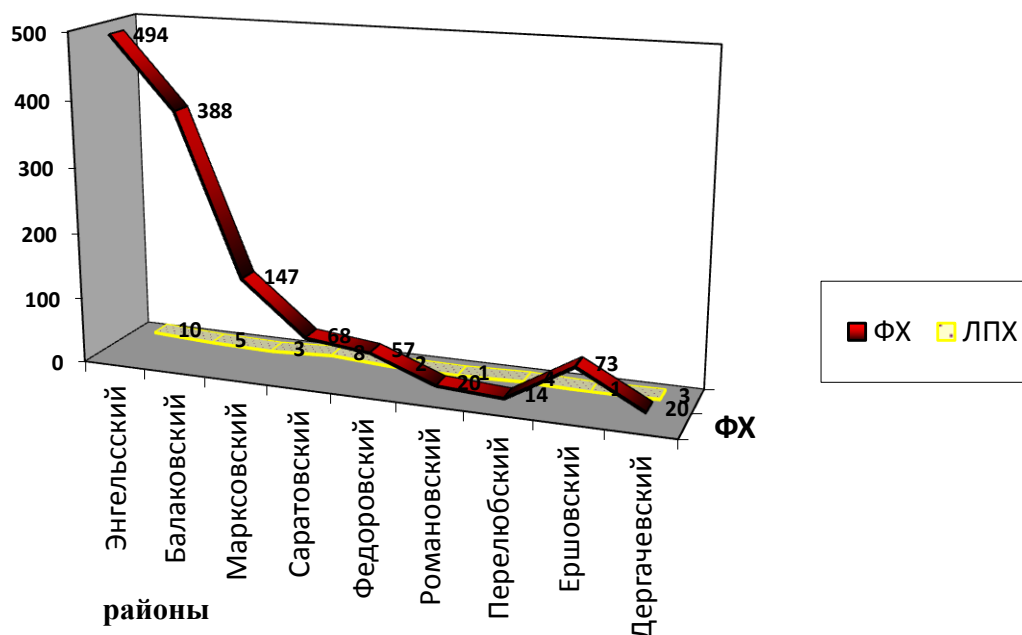


**Таблица 5.1.13 в – Общий суммарный канцерогенный риск для организма человека, проживающего на экологически неблагоприятных территориях региона при многомаршрутной экспозиции воздействию канцерогенов, содержащихся в почве**

Суммарные канцерогенные риски в объектах окружающей среды:	Характеристика суммарных индивидуальных канцерогенных рисков от комбинированного поступления онкогенов в организм населения, проживающего на территории ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР региона из атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы					
	Перелюбский МР		Романовский МР		Федоровский МР	
	ФХ	ЛПХ п. Молодежный	ФХ	ЛПХ с. Романовка	ФХ	ЛПХ с. Первомайское
атмосферном воздухе	$3,9 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	$5,8 \times 10^{-3}$	$5,9 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-2}$	$9,4 \times 10^{-4}$
питьевой воде	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$
почве	$9,0 \times 10^{-7}$	$9,0 \times 10^{-7}$	$6,7 \times 10^{-7}$	$6,7 \times 10^{-7}$	$2,3 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-6}$
<b>TCR суммарный</b>	$4,1 \times 10^{-3}$	$3,8 \times 10^{-3}$	$6,1 \times 10^{-3}$	$8,4 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-3}$

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни для населения, проживающего на территории ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР области, от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и почву, в основном находился на уровне  $10^{-3}$ , что, согласно классификации, соответствовало высокому риску.

С учетом полученных величин суммарного индивидуального канцерогенного риска в течение всей жизни от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и почву, для здоровья населения экологически неблагоприятных МР региона было проведено территориальное ранжирование ФХ и ЛПХ сельских поселений в отношении суммарного показателя TCR (Рисунок 5).



**Рисунок 5 – Ранжирование экологически неблагоприятных территорий ФХ и ЛПХ с учетом значений величин суммарного популяционного канцерогенного риска в течение всей жизни от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и почву**

Ранжирование экологически неблагоприятных территорий региона с учетом значений суммарного популяционного канцерогенного рисков от воздействия химических поллютантов, содержащихся в атмосферном воздухе, воде и почве, показало, что дополнительное количество случаев рака над фоном в год может достигать и превышать величину 400 в год на территориях ФХ, расположенных рядом с воинскими частями Балаково и Энгельса. На крупных агропромышленных территориях ФХ Марковского, Ершовского, Саратовского и Федоровского МР дополнительное количество случаев рака над фоном может достигать от 50 до 150 случаев в год. На остальных территориях муниципальных районов дополнительное количество случаев рака над фоном в год не превышало 20 случаев, а на каждой из

территориям ЛПХ сельских поселений исчислялось единицами ежегодных случаев (Рисунок 4).

Установленные в исследовании высокие уровни неканцерогенного и канцерогенного рисков для здоровья населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях, были обусловлены контаминантами, в основном, загрязняющими атмосферный воздух. К территориям с высоким уровнем риска для здоровья населения ФХ были отнесены Энгельский, Балаковский, Марковский и Саратовский МР, а также ЛПХ сельских поселений рабочего поселка Мокроус.

Таким образом, установленный в исследовании канцерогенный риск в значительной степени дополнил общетоксическое действие присутствующих в окружающей среде химических контаминантов. Полученные результаты оценки канцерогенных и неканцерогенных рисков влияния факторов окружающей среды на здоровье населения ФХ МР и ЛПХ сельских поселений требуют проведения оздоровительных мероприятий, направленных на снижение воздействия ряда химических веществ на исследованных территориях с последующей тенденции формирования безопасной среды обитания [191].

## **5.2. Оценка риска для здоровья сельских жителей, связанная с химическим загрязнением местных продуктов питания**

Из более семидесяти чужеродных химических веществ, поступающих в организм человека с продуктами питания, потенциально опасными даже в небольших количествах с точки зрения влияния на здоровье являются *токсичные металлы* [113, 114]. В настоящее время в Российской Федерации общепринятым ориентиром безопасного потребления контаминированных пищевых продуктов является норматив – предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания остаточных количеств химических веществ в продовольственном сырье и пище [166.]. Проводя оценку риска для здоровья

населения при воздействии химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, при расчете экспозиции, создаваемой контаминантами, рекомендуется ориентироваться не только на медианную дозу, но и на ее верхнюю границу, часто превышающую допустимую [136]. Канцерогенный риск развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни, обусловленный воздействием потенциального канцерогена, определяется как верхняя доверительная граница наклона зависимости «доза-ответ» в нижней линейной части кривой [162]. Значительное количество современных публикаций, указывающее на наличие тяжелых металлов в местных продуктах питания различных территорий и стран мира, свидетельствует не только о широкой географии их распространения в результате загрязнения окружающей среды, но и о существенном риске для здоровья населения от их присутствия в пище [28, 182, 271, 272].

Данный раздел диссертационного исследования посвящен гигиенической оценке потенциального риска для здоровья сельского населения при употреблении местной пищевой продукции, производимой в экологически неблагоприятных районах и содержащей остаточные количества тяжелых металлов.

Риски для здоровья населения от потенциального воздействия контаминантов в пищевых продуктах оценивали согласно Методическим указаниям (МУ 2.3.7.2519-09) и Руководству по оценке риска (Р 2.1.10. 1920-04).

Для расчета экспозиции и коэффициента опасности (HQ) использовали медиану и 90-й перцентиль содержания ТМ в местных пищевых продуктах. Анализ суммарных индексов опасности (HI) для ТМ, содержащихся в местных продуктах питания, рассчитывался по однонаправленному избирательному действию на органы и системы организма при хроническом пероральном их поступлении.

Расчет индивидуального канцерогенного риска (CR) проводился на основе данных величины экспозиции и фактора канцерогенного потенциала

конкретного ТМ. В связи с отсутствием в Руководстве по оценке риска фактора канцерогенного потенциала ртути, оценка CR для данного контаминанта в местных продуктах питания не проводилась. Определение величин популяционных канцерогенных рисков (PCR), отражающих дополнительное число раковых заболеваний (к фону новообразований), которые могут возникнуть при воздействии ТМ, определяли произведением CR на численность человек в исследуемой популяции (POP).

Проведенный анализ анкетирования сельских жителей (главу 4) проживающих на территориях ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР области (Балаковском, Дергачевском, Ершовском, Марксовском, Перелюбском, Романовском, Саратовском, Федоровском и Энгельском), за 2017-20 годы свидетельствовал о высоком использовании в пищу местных продуктов питания. Средние цифры вклада потребления пищевых продуктов за год на одного сельского жителя (ФХ и ЛПХ) по изучаемым районам составляли для молока и молочных продуктов – 36,9 %, овощной продукции – 32,4 % (из них 15,3 % приходилось на картофель), хлеба и хлебопродуктов – 18,7 %, мяса и мясопродуктов – 12,0 %. В количественном выражении на одного сельчанина в день приходилось: 0,21 кг мясопродуктов; 0,32 кг хлебопродуктов; 0,56 кг овощной продукции (в том числе 0,26 кг на картофель) и 0,60 кг на молоко и молочные продукты.

Сравнительное исследование уровней контаминации изучаемыми тяжелыми металлами в местной пищевой продукции всех изучаемых экологически неблагополучных районов Саратовской области не выявил среди медианных концентраций ксенобиотиков превышения допустимых уровней.

Ранжирование вклада изучаемых групп продуктов в экспозицию контаминации ТМ показало, что наибольший средний вклад в медианный уровень загрязнения Рb для большинства изучаемых районов (Балаковского, Дергачевского, Марксовского, Перелюбского, Саратовского и Энгельского) вносили хлебные продукты 30,8 % (26,7-36,4). Средний вклад молочных

продуктов в контаминацию Рb оказался выше в трех других районах области (34,8 %): Ершовском (40,7 %); Романовском (33,8 %) и Федоровском (30,0 %). Мясная продукция, выращенная и произведенная в Федоровском районе, дополнительно внесла значимый вклад в общее значение экспозиции Рb в данном районе области (30,3 %).

Наибольший средний вклад (66,34 %) в медианную экспозицию Cd для семи (Дергачевского, Ершовского, Марковского, Перелюбского, Романовского, Саратовского и Энгельского) из девяти изучаемых МР области внесли молоко и молочные продукты. Для двух оставшихся: Балаковского района таким продуктом оказался – хлеб (вклад Cd составил 68,4 %), и Федоровского района – мясные продукты (экспозиция Cd достигала 69,5 %).

Средний вклад Hg в медианную экспозицию загрязнения продуктов питания оказался самым высоким (35,2 %) в шести районах области (Балаковском, Дергачевском, Ершовском, Марковском, Перелюбском, Романовском) за счет молочной продукции. В Энгельском и Федоровском районах наибольшая контаминация Hg (49,6 %) была обнаружена в хлебной продукции. В Саратовском районе по загрязнению Hg (37,8 %) лидировала мясная продукция.

Ранжирование пищевых продуктов в зависимости от вклада экспозиции As в районах области выявило, что на территории пяти изучаемых экологически неблагополучных районов (Дергачевском, Ершовском, Перелюбском, Романовском и Саратовском) средний медианный вклад, связанный с контаминацией As, был самым высоким (41,4 %) в молочных продуктах. В оставшихся четырех (Балаковском, Марковском, Энгельском и Федоровском) районах средняя медианная экспозиция была самой высокой (52,8 %) в хлебных изделиях.

Расчеты коэффициентов опасности на уровне медианы и 90-го перцентиля содержания ТМ в пищевых продуктах различных районов Саратовской области представлены в Таблице 5.2.1.

Из данных, представленных в таблице следует, что коэффициенты опасности (НҚ) представляющие собой отношение воздействующей концентрации химического вещества к его безопасному (референтному) уровню имели значительные различия как для самих ТМ в местных продуктах, так и с учетом мест их производства (районов области).

**Таблица 5.2.1 – Ранжирование районов Саратовской области по коэффициентам опасности на уровне медианы и 90-го перцентиля содержания ТМ в пищевых продуктах**

МР Саратовской области	НҚ на уровне медианы и 90-й перцентиля содержания ТМ в местных продуктах питания							
	свинца		кадмия		ртути		мышьяка	
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковский	0,68	1,56	0,01	0,04	0,035	0,20	0,22	0,40
Дергачевский	0,16	0,76	0,023	0,11	0,035	0,20	0,06	0,10
Ершовский	0,20	0,76	0,029	0,099	0,035	0,20	0,052	0,11
Марковский	0,48	1,44	0,023	0,04	0,035	0,20	0,24	0,42
Перелюбский	0,26	0,88	0,023	0,036	0,035	0,20	0,052	0,11
Романовский	0,14	0,68	0,021	0,029	0,041	0,20	0,052	0,11
Саратовский	0,60	1,16	0,023	0,026	0,049	0,20	0,052	0,09
Федоровский	0,14	0,68	0,066	0,21	0,13	0,32	0,24	0,42
Энгельский	0,48	1,12	0,026	0,12	0,13	0,32	0,23	0,41

Полученные результаты значений НҚ, рассчитанные на уровне медианы содержания контаминантов в пищевых продуктах ФХ и ЛПХ изучаемых МР области, не превышали 1,0, что свидетельствовало о допустимом уровне воздействия ТМ, содержащихся в сельскохозяйственной продукции. Вместе с этим НҚ содержания свинца на уровне 90-го перцентиля в пищевых продуктах Балаковского, Саратовского, Марковского и Энгельского районов превышали значение 1,0. Полученные результаты показали, что, несмотря на наличие допустимых уровней содержания Рb в местных продуктах питания, рассчитанные значения

коэффициентов опасности требуют проведения на уровне областных структур Роспотребнадзора усиления контроля содержания данного ТМ. Особенно это касается продуктов с наибольшим вкладом в экспозицию контаминанта в структуру питания населения данных районов – хлебной и молочной продукции.

Суммарные индексы опасности содержания изучаемых ТМ на уровне медианы в местных продуктах питания ФХ и ЛПХ всех девяти обследованных районов области не превышали значение 1,0. Следовательно, оценка возможного риска поражения органов и систем при развитии неканцерогенных эффектов, обусловленная содержанием ТМ в местных продуктах питания, произведенных во всех изучаемых районах вне зависимости от формы хозяйствования, свидетельствовала о приемлемом уровне по медиане.

Суммарный НИ контаминации ТМ на уровне значения 90-го перцентиля в местных продуктах питания ФХ и ЛПХ также оставался одинаковым во всех девяти обследованных районах области, хотя и был выше 1,0, а в пяти из них даже выше 1,5 (Балаковском – 2,2; Марксовском – 2,1; Энгельсском – 1,97; Федоровском – 1,6; и Саратовском районе – 1,51), что обеспечивало наличие допустимого уровня риска, лежащего в интервале от 1,1 до 3,0. Установленный неканцерогенный суммарный риск на уровне 90-го перцентиля представлял опасность для поражения: эндокринной системы – за счет действия Pb, Hg, As и Cd; поражения ЦНС – за счет действия Pb, Hg и As; поражения иммунной системы – за счет действия Hg и As; поражения репродуктивной системы – за счет действия Pb и Hg; поражения почек – за счет действия Hg и Cd.

Количественный расчет канцерогенных рисков от воздействия Pb, Cd и As, содержащихся в местных продуктах питания, проводился с учетом установленных дозовых нагрузок на население [161]. Для характеристики индивидуального риска развития рака учитывалась средняя продолжительность жизни взрослого человека (70 лет) и его масса (70 кг).



Популяционный канцерогенный риск рассчитывался в виде дополнительного числа случаев рака к фоновому уровню заболеваемости в исследуемых экологически неблагополучных районах области.

Ранжирование индивидуальных канцерогенных рисков, связанных с контаминацией ТМ (на уровне медианы и 90-й перцентиля) местных пищевых продуктов экологически неблагополучных районов Саратовской области, проводили, ориентируясь на систему критериев приемлемого риска (Таблица 5.2.2). В соответствии с этими критериями минимальные уровни риска (меньше  $1,0 \times 10^{-6}$ ) не были установлены ни в одном из ФХ и ЛПХ изучаемых экологически неблагополучных МР при контаминации местных продуктов ТМ как на уровне медианы, так и 90-перцентиля.

Диапазон, соответствующий допустимому СР, находящийся в интервале более  $1,0 \times 10^{-6}$ , но менее  $1,0 \times 10^{-4}$  и являющийся верхней границей приемлемого риска, был характерен для Рb и Сd, находящихся в местных продуктах питания в экспозициях на уровне медианы и 90-й перцентиля. Исключение составили СР ( $1,0 \times 10^{-3}$ ), связанные с контаминацией местных пищевых продуктов As на уровне 90-й перцентиля в Балаковском, Федоровском, Энгельском и Марксовском районах. Аналогичный результат СР на уровне  $1,0 \times 10^{-3}$  был характерен для экспозиции As на медианном уровне в продуктах питания Марксовского района. Таким образом, контаминация As в местных продуктах питания Балаковского, Федоровского, Энгельского и Марксовского районов на уровне более  $1,0 \times 10^{-3}$  свидетельствовала о наличии неприемлемого для населения данных районов индивидуального СР. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск, связанный с совокупной контаминацией ТМ пищевых продуктов также в основном формировался за счет мышьяка и был неприемлемым для населения четырех выше перечисленных районов, но уже как на уровне 90-го перцентиля, так и на уровне медианы (Таблица 5.2.2).

Ранжирование величин популяционных канцерогенных рисков связанных с контаминацией ТМ (на уровне медианы и 90-й перцентиля)

местных пищевых продуктов, экологически неблагополучных районов Саратовской области нашло отражение в Таблице 5.2.3 представленных исследований.

**Таблица 5.2.2 – Ранжирование индивидуальных канцерогенных рисков (CR), связанных с контаминацией ТМ (на уровне медианы и 90-й процентиля) местных пищевых продуктов, экологически неблагоприятных районов Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагоприятных хозяйств районов области	Индивидуальные канцерогенные риски, связанные с контаминацией						Суммарный индивидуальный канцерогенный риск, связанный с контаминацией ТМ на уровне	
	свинцом на уровне:		кадмием на уровне:		мышьяком на уровне:			
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковского	$1,3 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-6}$	$1,7 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$2,1 \times 10^{-3}$
Дергачевского	$3,3 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$7,2 \times 10^{-6}$	$2,8 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$5,5 \times 10^{-4}$
Ершовского	$3,8 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$8,3 \times 10^{-6}$	$2,9 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,8 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-4}$	$6,5 \times 10^{-4}$
Марксовского	$9,4 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$2,1 \times 10^{-3}$
Перелюбского	$5,6 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-4}$	$5,2 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$5,9 \times 10^{-4}$
Романовского	$2,8 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,8 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^{-4}$	$5,3 \times 10^{-4}$
Саратовского	$1,1 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,8 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-4}$	$6,4 \times 10^{-4}$
Федоровского	$3,1 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-5}$	$8,6 \times 10^{-4}$	$8,6 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-3}$
Энгельского	$9,3 \times 10^{-5}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-5}$	$4,1 \times 10^{-5}$	$9,4 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$2,1 \times 10^{-3}$

**Таблица 5.2.3 – Ранжирование популяционных канцерогенных рисков, связанных с контаминацией ТМ (на уровне медианы и 90-й процентиля) местных пищевых продуктов, экологически неблагополучных районов Саратовской области**

Пробы, отобранные с экологически неблагополучных хозяйств районов области	Популяционные канцерогенные риски, связанные с контаминацией						Суммарный популяционный канцерогенный риск, связанный с контаминацией ТМ на уровне	
	свинцом на уровне:		кадмием на уровне:		мышьяком на уровне:			
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковского	27,7	72,4	1,1	3,6	191,7	383,4	213,0	447,3
Дергачевского	0,6	2,8	0,1	0,5	3,7	6,8	4,4	10,1
Ершовского	1,4	9,1	0,3	1,1	6,6	13,9	8,0	23,8
Марксовского	5,9	16,4	0,3	1,1	63,0	113,4	69,3	132,3
Перелюбского	0,8	5,4	0,1	0,2	2,5	5,0	3,3	8,0
Романовского	0,4	2,0	0,04	0,1	2,5	5,3	2,9	7,4
Саратовского	5,5	12,6	0,2	0,55	9,1	19,1	14,6	32,2
Федоровского	0,6	2,7	0,8	16,34	16,34	34,2	30,4	53,2
Энгельского	28,7	74,2	3,1	12,7	290,5	556,2	309,0	648,9

Учитывая стохастический характер канцерогенных рисков точно предсказать сроки развития злокачественных новообразований невозможно, однако можно показать долгосрочную тенденцию к изменению онкологического фона с учетом анализа принятых для исследования данных. Так, из данных, представленных в Таблице 5.2.3, следует, что наиболее высокие показатели величины PCR установлены при употреблении продуктов, производимых в Энгельском, Балаковском и Марксовском районах области, соответственно, – 130, 89 и 33 дополнительных случая к фоновому уровню онкологических заболеваний. Популяционный канцерогенный риск в экологически неблагополучных районах области в среднем на 85,7 % обусловлен контаминацией местных продуктов питания As, на 13,2 % Pb, и на 1,1 % Cd.

Гигиенические подходы к углубленному изучению экспозиции при оценке риска для здоровья сельского населения от воздействия ТМ, содержащихся в местных пищевых продуктах, в условиях, когда медианные концентрации не превышают предельно допустимых уровней, были основаны на ряде принципов. Так, согласно методическим рекомендациям, утвержденным санитарной службой РФ [136], приоритетными для изучения на наличие содержания ТМ в основных рационах питания местного населения в диапазоне от 0,1-1,0 ПДУ являются районы, где имеется загрязнение данными контаминантами окружающей среды, особенно почвы и водоемов, в концентрациях, превышающих фоновые, о чем убедительно свидетельствовали данные ранее проведенных исследований [124, 126, 127] .

В представленной работе расчеты возможного неканцерогенного и канцерогенного рисков ТМ были основаны на использовании экспозиции не только по медианному содержанию металлов в местных продуктах питания, но и с учетом 90-го перцентиля, что имело под собой основу, базирующуюся на выборе для исследования экологически неблагополучных районов области с высокой и постоянной степенью их загрязнения экотоксикантами.

На изучаемых экологически неблагоприятных территориях Саратовского региона наибольший вклад в экспозицию ТМ вносили хлебные продукты, что согласуется с результатами ранжирования групп продуктов, проведенного при оценке риска для здоровья населения Архангельской, Воронежской областей и г. Находка. Однако в отличие от центральных районов РФ (Саратовской и Воронежской области), где по контаминации металлами следующая была группа молочных продуктов, в северо-восточных районах страны это место занимали рыба, рыбопродукты, а также овощи и бахчевые культуры [90, 114, 170].

Полученные в исследовании результаты значений коэффициентов опасности (HQ), характерные для районов Саратовской области, имели значительные различия, связанные как с экспозицией ТМ в местных продуктах питания, так и зависели от мест их производства. Аналогичные данные были получены в оценке HQ на уровне медианы и 90-го перцентиля содержания ТМ в местных продуктах питания Воронежской и Томской области. При этом анализ неканцерогенного риска для населения данных областей показал, что на уровне медианных концентраций ТМ коэффициенты опасности не превышали допустимых значений, тогда как на уровне 90-го перцентиля HQ превышали верхнюю границу референтного уровня. Так, если в Саратовской области (Балаковском, Энгельском, Марксовском и Саратовском районах) повышенные в 1,2-1,6 раз значения HQ были характерны только по содержанию свинца, то в Воронежской области выявлены повышенные значения HQ для свинца (HQ=1,6), кадмия (HQ=1,1) и мышьяка (HQ=1,3) [170]. На территории Архангельской области значения HQ на уровне медианы и 90-го перцентиля по содержанию мышьяка в пищевых продуктах превышали приемлемый риск в 4 и 14 раз соответственно, а по содержанию Hg и Cd на уровне 90-го перцентиля превышали верхнюю границу референтного уровня в 1,2-2,5 раза [113].

Установленный в исследовании в ряде районов Саратовской области (Балаковском, Энгельском, Марксовском и Федоровском районах) высокий

индивидуальный канцерогенный уровень риска, связанный с контаминацией пищевых продуктов As, и рассчитанный на уровне 90-го перцентиля, был также характерен для населения Архангельской, Воронежской областей и Находки, где также основной вклад в развитие канцерогенных эффектов посредством продуктов питания обусловлен мышьяком [90, 91, 113, 170].

Таким образом, проведенное ранжирование вклада изучаемых групп продуктов в экспозицию контаминации ТМ показало, что наибольший средний вклад в медианный уровень загрязнения металлами для большинства изучаемых неблагополучных районов Саратовской области вносили хлебные и молочные продукты. Показатели значений HQ, рассчитанные на уровне медианы содержания ТМ в пищевых продуктах всех девяти изучаемых сельскохозяйственных районов области вне зависимости от форм хозяйственной собственности, свидетельствовали о допустимом уровне их воздействия. Напротив, высокое содержание Pb на уровне 90-го перцентиля в сельскохозяйственной продукции Балаковского, Саратовского, Марковского и Энгельсского МР, обуславливает в продукции коэффициенты опасности, превышающие значение 1,0, что требует углубленной оценки экспозиции. Установленные при этом значения неканцерогенного суммарного риска выше 1,0, обусловленные контаминацией ТМ местных продуктах питания всех девяти обследованных районов области на уровне значения 90-го перцентиля, представляют опасность для поражения: эндокринной системы – за счет действия Pb, Hg, As и Cd; поражения ЦНС – за счет действия Pb, Hg и As; поражения иммунной системы – за счет действия Hg и As; поражения репродуктивной системы – за счет действия Pb и Hg и поражения почек – за счет действия Hg и Cd. Находящихся в местных продуктах питания экологически неблагополучных районов области Pb и Cd в экспозициях на уровне медианы и 90-й перцентиля обуславливали для населения верхнюю допустимую границу приемлемого риска. Контаминация местных продуктов As на уровне 90-й перцентиля в Балаковском, Федоровском, Энгельском и Марковском районах свидетельствовала о наличии неприемлемого для

населения данных районов индивидуального CR (более  $1,0 \times 10^{-3}$ ). Суммарный индивидуальный канцерогенный риск, связанный с совокупной контаминацией ТМ местных пищевых продуктов, также в основном формировался за счет экспозиции As. Основной вклад в развитие высокого уровня индивидуального CR в Балаковском, Энгельском, Марксовском и Федоровском районах Саратовской области, рассчитанного на уровне 90-го перцентиля, вносили местные пищевые продукты, контаминированные As. Наиболее высокие показатели величин уровней PCR были установлены (Таблица 5.2.3) при употреблении продуктов, производимых в Энгельском, Балаковском и Марксовском районах области, соответственно, обуславливающие – 130; 89 и 33 дополнительных случая к фоновому уровню онкологических заболеваний. Популяционный канцерогенный риск в экологически неблагополучных районах области в среднем на 85,7 % обусловлен контаминацией местных продуктов питания As, на 13,2 % Pb, и на 1,1 % Cd.

Из большого количества чужеродных химических веществ, поступающих в организм человека с продуктами питания, потенциально опасными даже в небольших количествах с точки зрения влияния на здоровье всегда оставались *пестициды* [148]. Значительное количество современных публикаций, указывающее на наличие пестицидов в местных продуктах питания, свидетельствует не только о широкой географии их применения, сопровождающейся загрязнением окружающей среды, но и о существенном риске для здоровья населения, связанном с их присутствием в пище [28, 182, 194].

Цель данного раздела работы заключалась в гигиенической оценке потенциального риска для здоровья сельского населения, связанного с употреблением местной пищевой продукции, производимой в районах, содержащих остаточные количества пестицидов.

Ранее нами были установлены экспозиции содержания остаточных количеств ХОП (ДДТ и ГХЦГ) и ФОП (хлорпирифос, глифосат и малатион) в



местных продуктах питания экологически неблагополучных МР региона, производимых на фермерских и ЛПХ (глава 4).

С целью выявления нагрузки поступления пестицидов с местной пищевой продукцией использовался анкетный метод 24-часового (суточного) воспроизведения с частотным анализом потребления регионально выращенных аграриями продуктов на протяжении 1-3 месяцев в летне-осенние периоды 2017, 2018 и 2019 гг. Для расчета экспозиции и НQ использовали медиану и 90-й перцентиль содержания пестицидов в местных пищевых продуктах. Анализ суммарных НI для пестицидов, содержащихся в местных продуктах питания, рассчитывался по однонаправленному избирательному действию на органы и системы организма при хроническом пероральном их поступлении.

Расчет индивидуального CR проводился на основе данных величины экспозиции и фактора канцерогенного потенциала конкретного пестицида. В связи с отсутствием в Руководстве по оценке риска фактора канцерогенного потенциала хлорпирифоса и малатиона оценка CR для данных пестицидов в местных продуктах питания не проводилась. Определение величин популяционных PCR, отражающих дополнительное число раковых заболеваний (к фону новообразований), которые могут возникнуть при воздействии пестицидов, определяли произведением CR на численность населения в исследуемой популяции (POP).

Сравнительное исследование уровней контаминации пестицидами местной пищевой продукции ФХ и ЛПХ всех изучаемых экологически неблагополучных МР области не выявило среди медианных концентраций ксенобиотиков превышения допустимых уровней.

Ранжирование вклада изучаемых групп продуктов в экспозицию контаминации пестицидами показало, что наибольший средний вклад в медианный уровень загрязнения ХОП для большинства изучаемых ФХ Балаковского, Дергачевского, Ершовского, Федоровского, Перелюбского, Романовского и Саратовского МР вносили молочные продукты – 45,4 %

(38,0-52,1 %). Средний вклад овощных продуктов и картофеля, полученных с ФХ, в контаминации ХОП оказался выше в двух других МР области: Марксовском – 34,1 % и 30,6 %, Энгельском – 40,2 % и 36,1 %, соответственно.

Наибольший средний вклад в медианную экспозицию ФОП на основе малатиона для ЛПХ всех девяти изучаемых районов внесли овощи и картофель (соответственно 52,6 % и 47,4 %). Другой фосфорорганический инсектицид – хлорпирифос – выявлялся в хлебной и овощной продукции четырех районов области (Дергачевском, Ершовском, Перелюбском и Федоровском) в медианных (0,0059 и 0,0081 мг/кг) и 90 % перцентильных концентрациях (0,0088 и 0,0099) мг/кг на уровнях значительно меньших, чем допустимые величины (0,5 и 0,01 мг/кг, соответственно). Вместе с этим средние концентрации хлорпирифоса, определяемые в овощах и картофеле, выращенных на полях ФХ ( $0,0039 \pm 0,0006$  мг/кг), были достоверно выше ( $p < 0,01$ ), чем на участках ЛПХ ( $0,0018 \pm 0,0004$  мг/кг).

Средний вклад гербицида глифосата в медианную экспозицию загрязнения продуктов питания выявлялся в овощах на 48,1 %, картофеле – 43,2 % и хлебной продукции – 8,8 %, но только в полученной от ФХ обследуемых МР области. В продукции ЛПХ изучаемых экологически неблагополучных МР области остаточных количеств гербицида глифосата выявлено не было.

Расчеты коэффициентов опасности на уровне медианы и 90-го перцентиля содержания пестицидов в пищевых продуктах различных МР и хозяйств Саратовской области представлены в Таблицах 5.2.4 и 5.2.5.

Из данных, представленных в таблицах следует, что HQ, представляющие собой отношение воздействующей концентрации химического вещества к его безопасному (референтному) уровню, имели значительные различия как для самих пестицидов в местных пищевых продуктах, так и с учетом мест их производства (ФХ и ЛПХ).

Показатели HQ хлорорганических пестицидов (ДДТ и ГХЦГ) на уровне медианы и 90-го перцентиля были идентичны для продуктов питания, как в условиях выращивания ФХ, так и ЛПХ. Напротив, показатели HQ, связанные с наличием хлорпирифоса в местных продуктах, выращенных ФХ, были достоверно выше, чем воспроизводимые ЛПХ. Более того, показатели HQ ФОП на основе малатиона, как на уровне медианы, так и 90-перцентиля, отмечались в незначительных количествах и только в продуктах, выращенных на ЛПХ (Таблица 5.2.4), а показатели HQ глифосата аналогично регистрировались только в условиях производства ФХ (Таблица 5.2.5).

**Таблица 5.2.4 – Ранжирование районов Саратовской области по HQ на уровне медианы и 90-го перцентиля содержания пестицидов в местных пищевых продуктах, выращенных личными подсобными хозяйствами**

Районы Саратовской области	HQ на уровне медианы и 90-й перцентиля содержания пестицидов в местных продуктах питания ЛПХ							
	ДДТ		ГХЦГ		хлорпирифос		малатион	
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковский с.Кормежка	0,14	0,26	0,01	0,30	нет	нет	0,10	0,18
Дергачевский с.Орошаемое	0,14	0,24	0,01	0,30	0,14	0,17	0,17	0,20
Ершовский п.Октябрьский	0, 18	0,40	0,1	0,50	0,13	0,15	0,18	0,20
Марксовский с.Васильевское	0, 14	0,40	0,04	0,46	нет	нет	0,10	0,17
Перелюбский п.Молодежный	0, 18	0,28	0,10	0,21	0,14	0,28	0,18	0,20
Романовский с.Романовка	0, 18	0,28	0,10	0,21	нет	нет	0,10	0,17
Саратовский с.Багаевка	0, 18	0,32	0,10	0,21	нет	нет	0,05	0,15
Федоровский с.Первомайск	0, 18	0,34	0,10	0,27	0,15	0,35	0,18	0,20
Энгельский с.Безымянное	0, 12	0,28	0,05	0,15	нет	нет	0,06	0,17

**Таблица 5.2.5 – Ранжирование районов Саратовской области по HQ на уровне медианы и 90-го перцентиля содержания пестицидов в местных пищевых продуктах, выращенных фермерскими хозяйствами**

Районы Саратовской области	HQ на уровне медианы и 90-й перцентиля содержания пестицидов в местных продуктах питания ФХ							
	ДДТ		ГХЦГ		хлорпирифос		глифосат	
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковский	0,14	0,26	0,01	0,30	нет	нет	0,01	0,02
Дергачевский	0,14	0,24	0,01	0,30	0,32*	0,57*	0,02	0,03
Ершовский	0, 18	0,40	0,1	0,50	0,33*	0,69*	0,02	0,03
Марксовский	0, 14	0,40	0,04	0,46	нет	нет	0,01	0,02
Перелюбский	0, 18	0,28	0,10	0,21	0,33*	0,69*	0,02	0,03
Романовский	0, 18	0,28	0,10	0,21	нет	нет	0,01	0,02
Саратовский	0, 18	0,32	0,10	0,21	нет	нет	0,01	0,02
Федоровский	0, 18	0,34	0,10	0,27	0,40*	1,31**	0,02	0,03
Энгельский	0, 12	0,28	0,05	0,15	нет	нет	0,01	0,02

Примечание: \* – наличие достоверной разницы величины HQ, связанной с содержания хлорпирифоса в местных пищевых продуктах фермерских и личных подсобных хозяйствах; \*\* – HQ, свидетельствующий о превышении допустимого уровня содержания хлорпирифоса в местных пищевых продуктах.; Me – медиана; 90 %-й доверительный интервал (перцентиль); нет – отсутствие пестицида в местной пищевой продукции

Полученные результаты значений HQ, рассчитанные на уровне медианы содержания остаточных количеств пестицидов в местных пищевых продуктах в изучаемых районах области, не превышали 1,0, что свидетельствовало о допустимом уровне воздействия ядохимикатов, содержащихся в сельскохозяйственной продукции. Вместе с этим HQ содержания хлорпирифоса на уровне 90-го перцентиля в пищевых продуктах Федоровского района превышали значение 1,0. Полученные результаты показали, что, несмотря на наличие допустимых уровней содержания хлорпирифоса в местных продуктах питания, рассчитанное значение коэффициента опасности требует проведения на уровне территориальных структур Роспотребнадзора усиленного контроля содержания данного пестицида. Последнее особенно касается продуктов с наибольшим вкладом в

экспозицию хлорпирифоса в структуре питания населения Федоровского района – хлебной, овощной продукции, а также картофеля.

Суммарные ТНІ содержания изучаемых пестицидов на уровне медианы в местных продуктах питания всех девяти обследованных районов области не превышали значение 1,0, что было даже ниже допустимого уровня неканцерогенных эффектов. Значения ТНІ контаминации пестицидами на уровне значения 90-го перцентиля в местных продуктах питания четырех ФХ и трех ЛПХ обследованных районов области были от 1,14 до 1,62 (Таблица 5.2.6), что также свидетельствовало о наличии допустимого уровня неканцерогенных эффектов риска, лежащего в интервале от 1,1 до 3,0.

**Таблица 5.2.6 – Ранжирование районов Саратовской области по НІ на уровне медианы и 90-го перцентиля содержания пестицидов в местных пищевых продуктах, выращенных фермерскими и личными подсобными хозяйствами**

Районы Саратовской области	ТНІ на уровне медианы и 90-й процентиля содержания пестицидов в местных продуктах питания:			
	ФХ		ЛПХ	
	Ме	90 %	Ме	90 %
Дергачевский	0,78	1,14*	0,46	0,91
Ершовский	0,63	1,62*	0,59	1,25*
Марксовский	0,19	0,88	0,28	1,03*
Перелюбский	0,63	1,21*	0,60	0,97
Федоровский	0,18	0,34*	0,61	1,16*

Количественный расчет канцерогенных рисков от воздействия ДДТ, ГХЦГ и глифосата, содержащихся в местных продуктах питания, проводился с учетом установленных дозовых нагрузок на население [162]. Для характеристики индивидуального риска развития рака учитывалась средняя продолжительность жизни взрослого человека (70 лет) и его масса (70 кг). Популяционный канцерогенный риск рассчитывался в виде дополнительного

числа случаев рака к фоновому уровню заболеваемости в исследуемых экологически неблагополучных районах области.

Ранжирование индивидуальных канцерогенных рисков, связанных с контаминацией пестицидами (на уровне медианы и 90 перцентиля) местных пищевых продуктов из экологически неблагополучных районов Саратовской области, проводили, ориентируясь на систему критериев приемлемого риска. В соответствии с этими критериями минимальные уровни риска (меньше  $1,0 \times 10^{-6}$ ) были установлены для всех продуктов фермерских хозяйств из всех экологически неблагополучных районов области при контаминации местных продуктов глифосатом в концентрациях, как на уровне медианы, так и 90-перцентиля (Таблица 5.2.7).

Диапазон, соответствующий допустимому CR, находящийся в интервале более  $1,0 \times 10^{-6}$ , но менее  $1,0 \times 10^{-4}$  и являющийся верхней границей приемлемого риска, был характерен для медианных концентраций ДДТ, находящихся в местных продуктах питания ФХ и ЛПХ районов области. Контаминация местных пищевых продуктов ГХЦГ в экспозициях на уровне медианы и 90 перцентиля, а также ДДТ на уровне 90 % во всех обследуемых районах создавала неприемлемый для населения CR и требовала проведения постоянного мониторинга экспозиции пестицидов.

Суммарный CR, связанный с совокупной контаминацией пестицидами пищевых продуктов, в основном формировался за счет ГХЦГ и был неприемлемым для населения всех обследуемых районов области, но уже как на уровне медианы, так и 90-го перцентиля (Таблица 5.2.7).

**Таблица 5.2.7 – Ранжирование CR, связанных с контаминацией пестицидами (на уровне медианы и 90-й перцентиля) местных пищевых продуктов, выращенных фермерскими хозяйствами экологически неблагополучных районов Саратовской области**

Районы Саратовской области	CR, связанные с контаминацией пестицидами							
	ДДТ		ГХЦГ		глифосат		Суммарный индивидуальный канцерогенный риск, связанный с контаминацией пестицидами на уровне	
	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %
Балаковский	$3,4 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-8}$	$7,0 \times 10^{-8}$	$1,7 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-3}$
Дергачевский	$3,0 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-3}$	$6,2 \times 10^{-8}$	$8,9 \times 10^{-8}$	$1,6 \times 10^{-4}$	$2,3 \times 10^{-3}$
Ершовский	$3,3 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$4,9 \times 10^{-3}$	$6,5 \times 10^{-8}$	$8,7 \times 10^{-8}$	$2,7 \times 10^{-4}$	$5,1 \times 10^{-3}$
Марковский	$3,4 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$8,5 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-8}$	$5,9 \times 10^{-8}$	$1,7 \times 10^{-4}$	$8,6 \times 10^{-3}$
Перелюбский	$4,3 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$6,4 \times 10^{-8}$	$8,7 \times 10^{-8}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-3}$
Романовский	$4,8 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-8}$	$7,2 \times 10^{-8}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-3}$
Саратовский	$4,6 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-8}$	$4,9 \times 10^{-8}$	$2,8 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-3}$
Федоровский	$4,9 \times 10^{-5}$	$2,1 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-3}$	$5,1 \times 10^{-8}$	$9,2 \times 10^{-8}$	$3,0 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-3}$
Энгельский	$2,6 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$9,7 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-8}$	$6,1 \times 10^{-8}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$9,8 \times 10^{-3}$

Ранжирование величин популяционных канцерогенных рисков, связанных с контаминацией пестицидами (на уровне медианы и 90-й перцентиля) местных пищевых продуктов нашло отражение в Таблице 5.2.8 представленных исследований. Учитывая стохастический характер канцерогенных рисков, точно предсказать сроки развития злокачественных новообразований невозможно, однако показать долгосрочную тенденцию к изменению онкологического фона с учетом анализа принятых для исследования данных возможно.

**Таблица 5.2.8 – Ранжирование PCR, связанных с контаминацией пестицидами (на уровне медианы и 90-й перцентиля) местных пищевых продуктов, выращенных фермерскими хозяйствами в экологически неблагополучных районах Саратовской области**

Районы Саратовской области	PCR, связанные с контаминацией пестицидами:						Суммарный PCR, связанный с контаминацией пестицидами на уровне	
	ДДТ		ГХЦГ		глифосат			
	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %	Ме	90 %
Балаковский	1,4	6,4	6,0	140,4	0,001	0,003	7,4	147
Дергачевский	0,2	0,6	0,6	10,1	0,003	0,04	0,8	10,6
Ершовский	0,3	1,6	2,2	44,7	0,0001	0,001	2,5	46,3
Марковский	0,4	2,1	1,8	107,1	0,0002	0,0008	2,2	111,4
Перелюбский	0,2	0,5	0,8	6,1	0,0002	0,0003	1,0	6,6
Романовский	0,2	0,5	1,0	6,3	0,0003	0,0001	1,2	6,8
Саратовский	0,5	2,0	2,4	29,2	0,0002	0,006	2,9	31,2
Федоровский	0,2	1,0	1,2	13,8	0,0003	0,0005	1,4	13,9
Энгельский	1,6	43,3	8,7	599,5	0,001	0,004	10,3	642,8

Так из данных, представленных в Таблице 5.2.8, следует, что наиболее высокие показатели величины PCR установлены при употреблении продуктов, производимых в Энгельском, Балаковском и Марковском районах области, соответственно – 643; 147 и 111 дополнительных случаев к фоновому уровню онкологических заболеваний. Популяционный канцерогенный риск в среднем на 84,2 % был обусловлен контаминацией местных продуктов питания ГХЦГ и на 15,8 % ДДТ.

В представленном разделе работы расчеты возможного неканцерогенного и канцерогенного рисков пестицидов были основаны на использовании экспозиции не только по медианному содержанию контаминантов в местных продуктах питания, но и с учетом 90-го перцентиля, что имело под собой основу, базирующуюся на выборе для



исследования экологически неблагополучных районов области с высокой и постоянной степенью их загрязнения экотоксикантами.

Действующим законодательством стран Евразийского Союза при исследовании безопасности пищевой продукции на наличие пестицидов объектом изучения химических контаминантов чаще всего являются ДДТ и ГХЦГ. Последнее связано с тем, что, несмотря на запрет их производства и применения еще в 2001 году (согласно Стокгольмской конвенции), данные стойкие органические загрязняющие вещества ранее на протяжении десятилетий широко использовались, что привело к накоплению последних в той или иной изомерной форме в почве и воде.

Проведенными нами исследованиями, направленными на выявление остаточных количеств хлорорганических пестицидов ГХЦГ (его изомеров  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -линдана) и ДДТ (его метаболитов в сумме), было установлено, что содержание контаминантов в исследуемых местных образцах продуктов питания было минимальным. При этом контаминация продуктов питания хлорорганическими ядохимикатами напрямую была связана с ранее установленным содержанием данных пестицидов в региональных объектах окружающей среды, прежде всего, в почве и воде [96, 124, 126, 127с].

Наличие выявленных остаточных количеств ХОП в продуктах питания на территории области можно объяснить длительным преобладанием в структуре экономики региона постоянного воспроизводства сельскохозяйственной продукции с интенсивным использованием агрохимикатов. Более низкие уровни содержания ДДТ, ГХЦГ и их изомеров и метаболитов в молоке трех экологически неблагополучных районах области (Марксовском, Балаковском и Энгельском) можно объяснить особенностями питания коров, в частности, постоянным использованием для питьевых целей животных воды из магистралей централизованной системы водоснабжения р. Волга [56].

Наличие хлорпирифоса в овощной продукции в концентрациях ПДУ на территориях ФХ ряда районов Заволжья (Дергачевского, Ершовского,

Перелюбского и Федоровского) было связано с использованием авиационно-химической защиты растений от распространения вредителей (саранчи), надвигающихся с южных (Астраханских и Волгоградских) регионов низовья реки Волга. Прогноз появления стадной саранчи с последующим ее массовым размножением, требующий своевременного проведения обработки инсектицидами, базировался на наличии ранней теплой весны с низкими и кратковременными паводками, а затем и летней засухой, привлекающей саранчу в период яйцекладки [79].

Напротив, более низкое обнаружение хлорпирифоса в овощной продукции, выращенной на землях ЛПХ тех же районов области в концентрациях, составлявших 50 % от МДУ, объяснялось частичным заносом пестицида после авиационной обработки, а также традиционным для личных домохозяйств использованием малатиона и его производных в качестве инсектицидов при обработке сельскохозяйственных культур [55, 56].

Наличие содержания глифосата (N-фосфометилглицина) – действующего начала широко используемых гербицидов «Раундап», «Торнадо» для борьбы с сорняками в овощной продукции, связано с низкой токсичностью агрохимиката (3-ий класс токсичности для человека), широким и экономически выгодным применением [194]. Однако за последнее время в зарубежной научной литературе появилось значительное количество публикаций, свидетельствующих о возможном канцерогенном эффекте связанным с применением гербицидов на основе глифосата [238, 282].

Отсутствие содержания ФОП в отобранных и исследуемых пробах мяса и молока, как ФХ, так ЛПХ, объясняется известной их способностью подвергаться быстрому метаболизму в организме животных без кумуляции в тканях и выделения с молоком. [55, 56.].

Таким образом, ранжирование вклада изучаемых групп пищевых продуктов в экспозицию пестицидами показало, что наибольший медианный уровень загрязнения контаминантами в большинстве изучаемых районов

Саратовской области был связан с молочными и овощными продуктами. Показатели значений HQ, рассчитанные на уровне медианы содержания пестицидов в пищевых продуктах ФХ и ЛПХ всех девяти изучаемых МР области, свидетельствовали о допустимом уровне их воздействия. Установленные значения не канцерогенного суммарного риска, обусловленного контаминацией пестицидами местных продуктов питания на уровне 90-го перцентиля, представляли опасность для поражения: эндокринной системы – за счет действия ДДТ, ГХЦГ и малатиона; поражения печени, почек и репродуктивной системы – за счет действия ДДТ, ГХЦГ, хлорпирифоса и глифосата. Контаминация местных пищевых продуктов ГХЦГ в экспозициях на уровне медианы и 90 перцентиля, а также ДДТ на уровне 90 % во всех обследуемых районах области создавала неприемлемый для населения CR и требовала проведения постоянного мониторинга экспозиции пестицидов. Наиболее высокие показатели величин уровней PCR установлены при употреблении продуктов, производимых в Энгельском, Балаковском и Марксовском районах области, соответственно, обуславливающие 643; 147 и 111 дополнительных случаев к фоновому уровню онкологических заболеваний. PCR в данных районах области в среднем на 84,2 % был обусловлен контаминацией местных продуктов питания ГХЦГ и на 15,8 % ДДТ.

Обширная плодородная территория Саратовской области, расположенная в низовьях реки Волга, на протяжении многих десятилетий используется местными жителями, как для собственного сельскохозяйственного производства, так и для поставки пищевой продукции населению других регионов России. Дальнейшее успешное развитие регионального аграрного производства нуждается в широком использовании химикатов, в том числе азотсодержащих удобрений. Последние, способствуя повышению урожайности овощной продукции, создают угрозу накопления **нитратов в продуктах питания**, а, следовательно, несут риск для здоровья населения [40, 195, 200, 201]

Многочисленными исследованиями, проведенными отечественными и зарубежными учеными, установлено, что наиболее подвержены контаминации нитратами такие часто употребляемые сельхозпродукты, как картофель, овощи и бахчевые [106, 110, 234, 242, 243]. Однако данные, свидетельствующие об уровне загрязнения нитратами местной пищевой продукции, выращенной на полях ФХ и ЛПХ, а также расчеты степени риска от воздействия нитратного фактора для здоровья населения, проживающего в экологически неблагоприятных районах региона, постоянно нуждаются в уточнении [94]. В связи с этим целью данного этапа исследований явилось изучение на основе нитратной контаминации местных овощных продуктов уровней рисков для здоровья населения, связанных с их употреблением. В ранее проведенных исследованиях (глава 4) были получены аналитические данные о содержании нитратов в пробах овощной продукции местного производства (картофель, капуста, морковь, свекла, кабачки, огурцы, томаты).

Риски для здоровья населения от потенциального воздействия нитратов в пищевых продуктах оценивали согласно Методическим указаниям (МУ 2.3.7.2519-09) и Руководству по оценке риска (Р. 2.1.10. 1920-04). Для расчета экспозиции и коэффициента опасности (HQ) использовали медиану и 90-й перцентиль содержания нитратов в местных пищевых продуктах. Индивидуальный канцерогенный риск (ICR) рассчитывался с помощью модифицированной экспоненциальной модели [163].

Определение величин популяционных канцерогенных рисков (PCR), отражающих дополнительное число раковых заболеваний (к фону новообразований), которые могут возникнуть при воздействии нитратов, определяли традиционным произведением ICR на численность человек в исследуемой популяции.

Анализируемые концентрации нитратов в исследуемой продукции имели значительный разброс данных, распределение которых было асимметричным, что не укладывалось в использование параметрических

критериев. В связи с этим исследуемые пробы местных овощей анализировались не только по среднему содержанию в них нитратов, но и рассчитывались медиана, а также как параметр вариабельности – уровень загрязнения в пробах, превышающий 90 %, что соответствовало 90-му перцентилю. Для сравнения содержания нитратов в продуктах различных МР области, выращенных на участках ЛПХ и полях ФХ, применяли критерий Манна-Уитни. Критический уровень статистической значимости принимался равным 0,05. Анализ данных обрабатывался с помощью программного обеспечения SPSS 18.0 для Windows.

Проведенными исследованиями было выявлено широкое использование местным жителями собственно произведенной сельскохозяйственной продукции. Практически все сельхозпроизводители как ЛПХ, так и ФХ использовали местные овощи в среднем от пяти до семи раз в неделю в сыром и переработанном виде. В среднем потребление овощей в изучаемых сельскохозяйственных районах области составляло до  $203,4 \pm 22,5$  кг/год. Список овощных продуктов с высоким годовым уровнем потребления включал картофель ( $96,4 \pm 12,5$  кг/год), капусту ( $45,6 \pm 12,4$  кг/год), помидоры ( $25,5 \pm 7,4$  кг/год), огурцы ( $12,7 \pm 3,7$  кг/год), морковь ( $10,8 \pm 3,2$  кг/год), свеклу ( $10,2 \pm 2,7$  кг/год), кабачки ( $5,5 \pm 3,4$  кг/год).

Сравнительное изучение количества нитратов, содержащихся в овощной продукции, выращенной на участках ЛПХ и ФХ ведущих агропромышленных МР области, показало достоверное превосходство по содержанию поллютанта в продукции, выращенной крупными сельскохозяйственными агломерациями. Так, если медианные концентрации содержания нитратов в овощной продукции ФХ Марковского района определялись в количествах: в картофеле –  $112,4 \pm 12,5$  мг/кг, капусте –  $148,5 \pm 22,6$  мг/кг, томатах –  $56,4 \pm 9,6$  мг/кг, огурцах –  $125,3 \pm 15,5$  мг/кг, моркови –  $173,2 \pm 32,7$  мг/кг, свекле –  $405,4 \pm 72,6$  мг/кг и кабачках –  $134,3 \pm 28,4$  мг/кг, то в тех же продуктах ЛПХ из этих же районов области они были достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) и, соответственно, составляли:  $52,2 \pm 4,3$  мг/кг;

78,4±8,6 мг/кг; 86,0±9,6 мг/кг; 202,0±33,4 мг/кг; 61,0±7,6 мг/кг; 64,0±6,5 мг/кг; 22,2±2,4 мг/кг. Аналогичные данные с достоверной разницей в медианных концентрациях содержания нитратов в овощной продукции были получены при сравнительном анализе изучения контаминации овощей ФХ и ЛПХ Энгельсского, Саратовского и Балаковского районов области.

Наиболее высокое ( $p < 0,001$ ), превышающее в 2–5 раз средние концентрации, медианное содержание нитратов во всей овощной продукции всех обследуемых районов области вне зависимости от форм собственности отмечалось в овощах с концентрациями поллютанта на уровне 90-го перцентиля. Однако даже в такой контаминации поллютанты не превышали предельно допустимых уровней (ПДУ), регламентированных СанПиН 2.3.2.1078-01, в отношении содержания нитратов в конкретных овощах, и составляли не более: 1400 мг/кг – в свекле, 900 мг/кг – в капусте, 400 мг/кг – в моркови, огурцах и кабачках, 300 мг/кг – в томатах и 250 мг/кг – в картофеле.

Наибольший вклад в экспозицию содержания нитратов в местной овощной продукции, выращенной как на полях ФХ, так и участках ЛПХ, вносили: капуста (39,0 %), картофель (29,9 %) и свекла (13,3 %).

Проведенный нами расчет коэффициентов опасности (HQ) нитратов, содержащихся в овощной продукции изучаемых районов области, представлен в Таблице 5.2.9.

Из данных, представленных в Таблице 5.2.9, следует, что значения величин HQ содержания нитратов на уровне медианы и 90-ого перцентиля в местных продуктах питания, выращенных на ФХ и ЛПХ, не превышали единицы, что свидетельствовало о допустимом воздействии контаминанта на здоровье человека при поступлении в рассчитанном количестве в течение жизни. Исключение составляло значение величины HQ экспозиции нитратов на уровне 90-го перцентиля в овощной продукции ФХ Энгельсского района (равное 1,1), что могло свидетельствовать о высокой вероятности возникновения вредных эффектов при поступлении в организм

контаминированных овощей. С профилактических позиций следует также обратить внимание на наличие достоверно высоких значений величин HQ нитратов, рассчитанных для ФХ в сравнении с ЛПХ ряда крупных аграрных МР области (Энгельсского, Саратовского и Марковского), особенно в концентрациях контаминанта на уровне 90-го перцентиля (Таблица 5.2.9).

**Таблица 5.2.9 – Сравнительная оценка значений коэффициентов опасности (HQ) по нитратной экспозиции (на уровне медианы и 90-го перцентиля) местных пищевых продуктов, выращенных на фермерских и личных подсобных хозяйствах районов Саратовской области**

МР области	HQ с учетом экспозиции нитратами на уровне медианы и 90-ого перцентиля в местных продуктах питания, выращенных:			
	ФХ		ЛПХ	
	Me	90 %	Me	90 %
Балаковский	0,35	0,55	0,14	0,55
Дергачевский	0,2	0,50	0,20	0,54
Ершовский	0,17	0,42	0,17	0,54
Марковский	<b>0,30</b>	<b>0,80</b>	0,15	0,41
Перелюбский	0,36	0,91	0,32	0,80
Романовский	0,35	0,85	0,33	0,84
Саратовский	<b>0,37</b>	<b>0,86</b>	0,18	0,41
Федоровский	0,30	0,64	0,24	0,60
Энгельсский	<b>0,51</b>	<b>1,1</b>	0,28	0,63

Связанный с нитратной контаминацией овощной продукции уровень ICR, представленный в Таблице 5.2.10, оценивался как низкий. Величины ICR, обусловленные содержанием нитратов, как на уровне медианы, так и 90-го перцентиля в овощной продукции всех районов области вне зависимости от форм хозяйств, находились в пределах от  $4,1 \cdot 10^{-6}$  до  $9,1 \cdot 10^{-7}$ . Такой уровень ICR в настоящее время не требует принятия санитарно-гигиенических рекомендаций по разработке специальных дополнительных мер, направленных на его снижение, однако сохраняется целесообразность в проведении выборочного периодического контроля нитратной контаминации местной овощной продукции.

**Таблица 5.2.10 – Ранжирование уровней ICR, обусловленных нитратной контаминацией (на уровне медианы и 90-го перцентиля) местных пищевых продуктов, выращенных на ФХ и ЛПХ МР области**

МР области	Уровни ICR, обусловленные нитратной контаминацией (на уровне медианы и 90-го перцентиля) местных пищевых продуктов, выращенных:			
	ФХ		ЛПХ	
	Ме	90 %	Ме	90 %
Балаковский	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Дергачевский	$7,1 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$7,3 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Ершовский	$6,4 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Марковский	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$
Перелюбский	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$3,4 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$
Романовский	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$3,1 \cdot 10^{-6}$
Саратовский	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$7,1 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Федоровский	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$9,1 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$
Энгельсский	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$4,1 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-6}$

Рассчитанные величины PCR, связанные с нитратной контаминацией (на уровне медианы и 90-й перцентиля) местных пищевых продуктов, выращенных на ФХ и ЛПХ МР области, показали возможность появления у населения территорий от 0,01 до 1,3 дополнительных случаев злокачественных новообразований к фоновому уровню онкологической заболеваемости.

По данным исследований ряда авторов [48, 163, 242, 243], нитратное загрязнение сельскохозяйственной овощной продукции на территории Российской Федерации и связанные с ним последствия для здоровья населения имеют приоритетное значение. Более того, нитратная контаминация овощной продукции вносит определенный вклад в уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями за счет дополнительных случаев возникновения у жителей населенных пунктов и районов данной патологии. Так, в Алтайском крае: на территориях г. Барнаул это были дополнительные 14 случаев, а в Петропавловском, Завьяловском и Усть-Пристанском районах один случай за три года к фоновому уровню [163].

Связь нитратов в пищевых продуктах с возникновением



злокачественных опухолей желудочно-кишечного тракта, по мнению ряда авторов, имеет близость к происхождению, зависящую от суммарной нагрузки минеральными удобрениями [48].

Аналогичная связь была установлена и в наших исследованиях, где более высокая нитратная нагрузка на овощную продукцию присутствовала в овощах ФХ и определялась значительным количеством внесенных удобрений в виде аммиачной селитры. Напротив, использование работниками ЛПХ специальной биомассы из растений семейства бобовых с целью подкормки для выращивания овощей позволяло получать овощную продукцию с достоверно ( $p < 0,001$ ) более низким количественным содержанием нитратов (в 2-5 раз). Последнее позволяло значительно снижать уровни риска для здоровья населения, обусловленные нитратным загрязнением местной овощной продукции.

Таким образом, нами было установлено широкое использование в питании сельского населения аграрных районов Саратовской области местной овощной продукции, составляющей до  $203,4 \pm 22,5$  кг/год на одного взрослого жителя. Выявлены достоверные различия в нитратной контаминации овощей, выращенных ФХ и участках ЛПХ аграрных районов Саратовской области. Установленные коэффициенты опасности нитратов в овощной продукции изучаемых МР области в основном свидетельствовали о допустимом воздействии нитратного компонента на здоровье местного населения. Индивидуальный канцерогенный риск, обусловленный нитратной контаминацией местной овощной продукции, оценивался как низкий, а связанная с наличием нитратов в овощах величина популяционного канцерогенного риска показала возможность появления у населения обследуемых территорий от 0,01 до 1,3 дополнительных случаев злокачественных новообразований к фоновому уровню онкологической заболеваемости.

**Таблица 5.2.11 – Сравнительная оценка значений суммарной химической нагрузки ТНІ (на уровне медианы и 90-го перцентиля) местных пищевых продуктов, выращенных на фермерских и личных подсобных хозяйствах районов Саратовской области**

МР области	НҚ с учетом экспозиции нитратами на уровне медианы и 90-ого перцентиля в местных продуктах питания, выращенных:			
	ФХ		ЛПХ	
	Ме	90 %	Ме	90 %
Балаковский	0,35	2,75	0,14	2,75
Дергачевский	0,98	2,74	0,66	2,55
Ершовский	0,8	<b>3,16</b>	0,76	2,89
Марковский	0,49	<b>3,78</b>	0,43	<b>3,54</b>
Перелюбский	0,99	2,12	0,92	1,96
Романовский	0,35	1,95	0,33	1,94
Саратовский	0,37	2,37	0,18	1,92
Федоровский	0,48	2,58	0,85	<b>3,36</b>
Энгельский	0,51	<b>3,07</b>	0,28	2,6

Проведенная комплексная оценка показателей суммарной химической нагрузки ТНІ для населения изучаемых экологически неблагополучных регионов Саратовского региона, связанная с возможным совместным присутствием в продуктах нитратов, ТМ и пестицидов свидетельствовала (Таблица 5.2.11) о допустимом уровне риска ТНІ в медианной экспозиции контаминантов. Напротив, экспозиция поллютантов на уровне 90-го перцентиля в местных продуктах питания, выращенных на территориях ФХ Ершовского, Марковского, Энгельского МР и ЛПХ Марковского и Федоровского районов, создавали уровень ТНІ, превышающий величину, равную 3, что согласно классификации, предложенной Унгурияну Т.Н. и Новиковым С.М. (2012), свидетельствовало о настораживающем уровне риска неканцерогенных эффектов. При этом ведущими критическими системами и органами-мишенями в условиях хронического перорального поступления контаминантов, содержащихся в местных продуктах питания, для оценки неканцерогенного риска здоровью населения выступали иммунная, гормональная, центральная нервная системы, почки и органы репродукции организма человека.

Комплексная оценка показателей индивидуального канцерогенного риска для населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях ФХ и ЛПХ МР региона при суммарной экспозиции воздействия химической контаминантов в объектах окружающей среды (в атмосферном воздухе, питьевой воде, почве) и местных продуктах питания (на уровне медианы и 90 перцентиля) представлена в Таблице 5.2.12.

**Таблица 5.2.12 – Индивидуальный канцерогенный риск для населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях ФХ и ЛПХ МР при суммарной экспозиции воздействия канцерогенов, содержащихся в атмосферном воздухе, питьевой воде, почве и местных продуктах питания**

Территории ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР, Саратовского региона	Уровень показателей ICR для населения ФХ и ЛПХ при суммарной экспозиции воздействию канцерогенов, содержащихся в атмосферном воздухе, питьевой воде, почве и местных продуктах питания (на уровне медианы и 90-й перцентиля)				
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Почва	Продукты	
				Ме	90 %
Балаковский ФХ ЛПХ	$8,2 \times 10^{-3}$	$9,2 \times 10^{-4}$	$9,1 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$5,5 \times 10^{-3}$
	$4,5 \times 10^{-3}$	$9,2 \times 10^{-4}$	$5,4 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-4}$
Дергачевский ФХ ЛПХ	$4,2 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-3}$
	$4,1 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$4,2 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-4}$
Ершовский ФХ ЛПХ	$1,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-4}$	$5,8 \times 10^{-3}$
	$4,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-4}$
Марковский ФХ ЛПХ	$8,4 \times 10^{-3}$	$9,2 \times 10^{-4}$	$9,3 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$
	$8,1 \times 10^{-3}$	$9,2 \times 10^{-4}$	$9,3 \times 10^{-3}$	$0,4 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$
Перелюбский ФХ ЛПХ	$3,9 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-3}$
	$3,6 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$3,8 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$3,2 \times 10^{-4}$
Романовский ФХ ЛПХ	$5,8 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$6,1 \times 10^{-3}$	$4,7 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-3}$
	$5,9 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$8,4 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$
Саратовский ФХ ЛПХ	$5,2 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-4}$	$5,4 \times 10^{-3}$	$3,7 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-3}$
	$4,8 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-4}$	$2,8 \times 10^{-4}$
Федоровский ФХ ЛПХ	$1,1 \times 10^{-2}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-2}$	$3,1 \times 10^{-3}$	$5,9 \times 10^{-3}$
	$9,4 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$
Энгельский ФХ ЛПХ	$7,0 \times 10^{-3}$	$9,3 \times 10^{-4}$	$8,0 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-2}$
	$6,7 \times 10^{-3}$	$9,7 \times 10^{-4}$	$7,7 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют, что показатели уровня ICR в течение всей жизни для населения, проживающего на территории всех ФХ и некоторых ЛПХ (Дергачевского, Федоровского, Энгельсского) экологически неблагоприятных МР области от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, почву и местные продукты питания, в концентрациях на уровне 90 перцентиля в основном находились на уровне более  $1 \times 10^{-4}$ , но менее  $1 \times 10^{-3}$ , что, согласно классификации, соответствовало неприемлемому для населения риску. Аналогичная картина отмечалась и в отношении местных продуктов питания при медианной экспозиции канцерогенов, производимых ФХ Энгельсского, Федоровского, Марксовского и Балаковского МР региона.

Данный риск в основном был обусловлен химическими контаминантами, содержащимися в атмосферном воздухе, почве и местных продуктах питания на уровне 90-й перцентиля. Химические компоненты питьевой воды во всех ФХ и ЛПХ, за исключением Федоровского района, согласно проведенным расчетам оценки показателей ICR, находились на уровне более  $1 \times 10^{-4}$ , но менее  $1 \times 10^{-3}$ , что, согласно классификации, соответствовало предельно допустимому приемлемому риску.

## **ГЛАВА 6. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА И ЕЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И МЕСТНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

### **6.1. Сравнительный эпидемиологический анализ медико- демографических показателей численности, причин смертности, естественной убыли, структуры и уровня первичной заболеваемости городского и сельского населения Саратовского региона**

Эпидемиологический анализ медико-демографических показателей городского и сельского населения Саратовской области за период 2015-2019 гг., а также состояния заболеваемости массовыми неинфекционными заболеваниями, в том числе отравлениями в связи с воздействием факторов среды обитания населения, проводился на основе информации о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Саратовской области, представленной Управлением Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» и изложенной в материалах государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015-2019 годах» по Саратовской области.

Одними из важнейших параметров, свидетельствующими о состоянии здоровья населения, являются медико-демографические показатели. По данным, представленным Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области за 2015-2019 гг. и обобщенным в Таблице 6.1.1, численность наличного населения губернии (на конец каждого представленного года), состоящего как из горожан (около 75 % населения) и сельских жителей (около 25 % населения), имела постоянную

ежегодную тенденцию к снижению. Так, за пять анализируемых лет показатель численности наличного городского населения Саратовской области сократился на 57,7 тыс. чел. При этом число родившихся сократилось с 22,3 до 15,1 тыс. человек, а число умерших возросло с 27,5 до 32,2 тыс. человек. В результате естественная убыль в отрицательном значении увеличилась в 3,3 раза и составила минус – 17,1 тыс. человек. Аналогичная тенденция, но еще более выраженная была характерна для сельского населения региона, где показатель «естественная убыль», за последние пять лет возрос в 4,3 раза (Таблица 6.1.1).

**Таблица 6.1.1 – Медико-демографические показатели городского и сельского населения Саратовской области за период 2015-2019 гг.**

Показатели	Периоды наблюдения (годы)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Численность наличного населения на конец года, тыс. чел.	<u>1894,9</u>	<u>1884,3</u>	<u>1871,9</u>	<u>1852,9</u>	<u>1837,2</u>
<u>город</u>	598,4	595,2	591,1	587,9	580,1
село					
Число родившихся, тыс. чел.	<u>22,3</u>	<u>20,3</u>	<u>17,6</u>	<u>16,7</u>	<u>15,1</u>
<u>город</u>	8,1	6,8	5,9	5,5	5,0
село					
Число умерших, тыс. чел.	<u>27,5</u>	<u>28,0</u>	<u>29,2</u>	<u>30,5</u>	<u>32,2</u>
<u>город</u>	6,9	9,2	9,2	9,6	10,2
село					
Естественная убыль (-) тыс. чел.	<u>-5,2</u>	<u>-7,3</u>	<u>-11,6</u>	<u>-13,8</u>	<u>-17,1</u>
<u>город</u>	-1,2	-2,5	-3,3	-4,1	-5,2
село					

Неблагополучие в процессах естественного воспроизводства населения региона было обусловлено, в первую очередь, низким уровнем рождаемости: средний суммарный коэффициент рождаемости составлял к концу 2019 год 1,24 против 2,14, необходимых для простого замещения поколений родителей поколениями их детей.

Второй причиной естественной убыли населения области являлся высокий уровень смертности. Так, за изучаемые 5 лет уровень смертности жителей области поднялся на 10,2 % и в 2019 г. составил – 15,4 человека на 1000 населения.

Изучение структуры причин смертности трудоспособного населения Саратовской области за период наблюдения с 2015 по 2019 годы нашло отражение в Таблице 6.1.2.

**Таблица 6.1.2 – Показатели основных причин смерти трудоспособного населения Саратовской области по классам (на 100 тыс. населения) за 2015-2019 гг.**

Показатели основных причин смерти городского и сельского населения области	Периоды наблюдения (годы)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Болезни системы кровообращения					
город	<u>524,2</u>	<u>538,6</u>	<u>547,9</u>	<u>562,3</u>	<u>576,2</u>
село	168,4	179,5	181,1	186,9	189,1
Новообразования					
город	<u>266,3</u>	<u>266,1</u>	<u>275,6</u>	<u>281,7</u>	<u>286,1</u>
село	86,4	86,8	89,9	92,5	95,2
От внешних причин смерти					
город	<u>278,5</u>	<u>228,4</u>	<u>209,3</u>	<u>200,5</u>	<u>193,6</u>
село	96,8	98,2	97,2	96,6	96,6
Болезни органов пищеварения					
город	<u>125,2</u>	<u>127,3</u>	<u>119,6</u>	<u>132,8</u>	<u>134,1</u>
село	39,2	42,5	43,3	44,1	44,2
Болезни органов дыхания					
город	<u>45,2</u>	<u>47,3</u>	<u>44,6</u>	<u>47,8</u>	<u>52,4</u>
село	16,2	16,5	15,3	16,1	17,2
Некоторых инфекционных и паразитарных болезней					
город	<u>59,2</u>	<u>57,3</u>	<u>60,6</u>	<u>63,8</u>	<u>67,8</u>
село	21,2	22,5	23,3	24,1	26,2
Неустановленной этиологии					
город	<u>207,5</u>	<u>208,0</u>	<u>201,2</u>	<u>203,5</u>	<u>205,8</u>
село	60,9	59,2	59,2	62,6	67,5

Данные, представленные в таблице, убедительно показывают, что на протяжении всего периода наблюдения первое место среди населения области, вне зависимости от места проживания (город или село) населения, устойчиво занимают болезни системы кровообращения (38,0 % городские жители и 35,5 % сельские). Далее в структуре причин смертности трудоспособного населения региона следуют: новообразования (18,9 % городские жители и 17,9 % сельские), нешние причины (12,8 % городские жители и 18,2 % сельские), болезни органов пищеварения (8,9 % городские жители и 8,3 % сельские), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (4,5 % городские жители и 4,9 % сельские), и болезни органов дыхания (3,5 % городские жители и 3,2 % сельские). При этом следует отметить, что в структуре причин смерти трудоспособного населения региона сельские жители, опережают городских по некоторым инфекционным и паразитарным болезням, а также смерти от внешних причин, к которым относятся травмы, отравления, несчастные случаи и т. п.

За последние пять лет смертность в Саратовской области от болезней системы кровообращения выросла в городе на 9,0 %, в сельской местности на 11,1 %; от новообразований в городе – на 7,1 %, на селе на 9,1 %. Напротив, смертность от внешних причин в городе уменьшилась на 30,5 %, а на селе осталась практически прежней (Таблица 6.1.2).

Сравнительный анализ среднегодового уровня первичной заболеваемости сельского и городского населения региона за изучаемый период наблюдения с 2015 по 2019 гг. представлен в Таблице 6.1.3.

Из данных таблицы следует, что болезни органов дыхания на конец 2019 года занимали лидирующее положение, составляя 27,7 % в структуре общего уровня первичной заболеваемости основным классам болезней населения Саратовской области. При этом показатели, характеризующие уровень болезней органов дыхания на конец 2019 года, как для городских, так и для сельских жителей достоверно не различались и, соответственно, составляли:  $21839,9 \pm 455,6$  и  $20987,4 \pm 678,8$  на 100000 жителей. Аналогичная



тенденция с постепенным уровнем нарастания первичной заболеваемости болезнями органов дыхания городского и сельского населения региона сохранялась на протяжении всего пятилетнего периода наблюдения.

**Таблица 6.1.3 – Сравнительный анализ среднегодового уровня первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) городского и сельского населения Саратовской области за изучаемый период наблюдения с 2015 по 2019 гг.**

Среднегодовые показатели уровня заболеваемости по основным классам болезней (на 100 тыс.) городского и сельского населения области	Периоды наблюдения (годы)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Болезни органов дыхания					
<u>город</u>	<u>21233,6</u>	<u>21423,8</u>	<u>21539,9</u>	<u>21604,7</u>	<u>21839,9</u>
село	20287,4	20655,2	20765,4	20875,3	20987,4
Травмы, отравления и некоторые другие последствия внешних причин					
<u>город</u>	<u>9611,4</u>	<u>9228,4</u>	<u>8209,3</u>	<u>8200,5</u>	<u>8543,5</u>
село	9236,8	9018,2	9277,2	9606,6	9431,6
Болезни системы кровообращения					
<u>город</u>	<u>7986,3</u>	<u>8088,4</u>	<u>8097,8</u>	<u>8102,6</u>	<u>8122,1</u>
село	8049,4	8270,5	8381,1	8664,3	8768,4
Болезни мочеполовой системы					
<u>город</u>	<u>6177,5</u>	<u>6200,8</u>	<u>6201,2</u>	<u>6820,5</u>	<u>6873,8</u>
село	7460,9	7559,2	7659,2	7762,6	7810,5
Болезни нервной системы					
<u>город</u>	<u>6093,3</u>	<u>6123,7</u>	<u>6255,6</u>	<u>6543,4</u>	<u>6647,5</u>
село	6457,4	6654,2	6644,1	6980,7	7012,3
Болезни эндокринной системы					
<u>город</u>	<u>1144,5</u>	<u>1109,4</u>	<u>1165,9</u>	<u>1198,8</u>	<u>1276,4</u>
село	1099,4	1154,6	1238,4	1288,4	1290,6
Болезни иммунной системы					
<u>город</u>	<u>415,2</u>	<u>425,3</u>	<u>436,6</u>	<u>463,8</u>	<u>474,3</u>
село	421,2	462,5	472,3	480,1	494,2
Новообразования					
<u>город</u>	<u>1440,5</u>	<u>1449,5</u>	<u>1456,7</u>	<u>1454,7</u>	<u>1463,4</u>
село	1450,7	1453,9	1478,4	1482,6	1487,6

Второе место (12,9 %) в структуре общего уровня первичной заболеваемости в регионе занимали травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин. С учетом места проживания на конец 2019 года для сельского населения данный показатель составлял  $9431,6 \pm 89,7$ , городского  $8543,5 \pm 188,6$  на 100000 жителей. В динамике уровень данного показателя у городских жителей с 2015 года по 2019 год упал на 12,5 %, а у сельских на протяжении пяти лет колебался, оставаясь, практически на одном уровне (Таблица 6.1.3).

Болезни системы кровообращения в структуре общего уровня первичной заболеваемости сельского населения Саратовской области на конец 2019 года занимали третье место (12,1 %). На болезни системы кровообращения на конец 2019 года среди сельчан региона в среднем приходилось  $8768,4 \pm 402,5$  первично выявленных заболеваний на 100000 жителей, что было значительно выше, чем показатель заболеваемости у городского населения ( $8122,1 \pm 368,4$ ). При этом в динамике данный показатель вырос с 2015 по 2019 гг., как для горожан, с 7986,3 до 8122,1 на 100000 жителей, так и для сельского населения – с 8049,4 до 8768,4. Однако темп прироста первичной заболеваемости болезнями системы кровообращения за пятилетний период у населения сельской местности (8,2 %) в 4,8 раза превышал аналогичный рост у городских жителей (1,7 %) региона.

Четвертое место в структуре общего уровня первичной заболеваемости региона занимают болезни мочеполовой системы (11,2 %). Отмечается приоритет уровня первичной заболеваемости болезнями мочеполовой системы у сельского населения области, составляющий к концу 2019 года  $7810,5 \pm 277,8$ , в отличие от городских жителей, с показателем уровня первичной заболеваемости болезнями мочеполовой системы на уровне  $6873,8 \pm 322,6$ . Более высокий уровень показателя первичной заболеваемости у сельских жителей, в сравнении с городскими сохранялся на протяжении всего пятилетнего периода наблюдения. Аналогичная тенденция отмечалась

и при анализе первичной заболеваемости болезнями нервной, эндокринной и иммунной системами, злокачественными новообразованиями за пятилетние периоды наблюдения при сравнительной оценке заболеваний сельских и городских жителей региона.

Таким образом, проведенный нами анализ на основе собранных медико-демографических показателей, характеризующих состояние здоровья населения Саратовского региона, в том числе сельских жителей, убедительно показал, что по большинству из представленных параметров в последние годы наблюдаются ярко выраженные неблагоприятные тенденции. Последние тенденции находят выраженное подтверждение среди жителей сельских районов области в более значимых показателях значений: роста смертности, снижения рождаемости, увеличения уровня первичной заболеваемости по ряду классов нозологий (Таблица 6.1.3).

## **6.2. Причинно-следственные связи между уровнем впервые выявленной неканцерогенной и онкологической заболеваемостью сельского населения ФХ и ЛПХ с показателями суммарной химической нагрузкой (ТНІ) и уровня индивидуального канцерогенного риска (ICR) загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания**

Проведенная оценка влияния суммарной химической нагрузки (ТНІ) на здоровье сельского населения ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР показала (параграф 5.1), что комбинированные неканцерогенные риски наиболее ярко проявлялись при загрязнении атмосферного воздуха приоритетными поллютантами однонаправленного действия, представленными: взвешенными веществами, диоксидами серы и азота, As, ГХЦГ. Наиболее существенная суммарная химическая нагрузки проявлялось в отношении **органов дыхания** населения, проживающего на территории

всех 9 районов ФХ и 4 ЛПХ (Энгельсского, Балаковского, Ершовского и Марксовского) МР сельских поселений.

Аналогичный высокий ТНІ создавал химическое загрязнение атмосферного воздуха в отношении повреждения **гормональной системы и почек** населения ФХ (Перелюбского, Федоровского, Романовского и Ершовского), а также **нервной и системы кровообращения** ФХ (Энгельсского, Балаковского, Марксовского и Федоровского) МР. Высокий уровень ТНІ, связанный с загрязнением атмосферного воздуха в отношении воздействия на **нервную систему и систему кровообращения на территориях ЛПХ сельских поселений** отмечался лишь в Марксовском и Балаковском МР.

Проведенная оценка влияния суммарной ТНІ на здоровье сельского населения ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных МР показала (параграф 5.1), что комбинированные неканцерогенные риски наиболее ярко проявлялись при загрязнении питьевой воды приоритетными поллютантами однонаправленного действия, представленными: As, Hg, Cd, ХОП и малатионом. Ранжирование критических органов и систем для населения по суммарным индексам опасности (ТНІ) при комбинированном поступлении вышеперечисленных химических веществ однонаправленного действия, загрязняющих питьевую воду, показало предполагаемую опасность их воздействия на иммунную, гормональную и нервную системы.

Так, для населения, проживающего на территориях всех ФХ МР и ЛПХ сельских поселений экологически неблагоприятных районов Саратовской области, за исключением Романовского, отмечался настораживающий или высокий уровень неканцерогенных эффектов суммарного индекса опасности комбинированного загрязнения питьевой воды поллютантами в отношении гормональной и центральной нервной системы, составляющий от 3,8 до 33,7 единиц.

Напротив, результаты значений суммарных ТНІ уровней неканцерогенных эффектов, обусловленных многомаршрутной экспозицией

контаминантов почвы вне зависимости от территориального расположения обследованных муниципальных районов и сельских населенных мест, находились в интервалах от 0,00006 до 0,01 (Таблицы 5.1.13 а, б, в), что было значительно ниже значений допустимого уровня неканцерогенных эффектов (1,1-3,0) и свидетельствовало о безопасности данного пути загрязнения для здоровья населения. Учитывая вышеизложенное, исследования причинно-следственных связей между уровнем заболеваемости сельского населения (ФХ и ЛПХ МР) и показателями суммарной химической нагрузкой ТНІ в отношении почвы не проводились.

Сравнительный анализ среднегодового уровня первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения ФХ и ЛПХ, проживающих на экологически неблагоприятных территориях МР Саратовской области, свидетельствовал о высоких уровнях данных показателей (Таблица 6.1.3). Данное обстоятельство легло в основу установления наличия корреляционной связи ( $r$  – Спирмена) между уровнем первичной заболеваемости и показателями суммарной химической нагрузки (ТНІ) атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне  $M_e$  и 90-го перцентиля) на здоровье сельского населения ФХ и ЛПХ изучаемых МР за период наблюдения с 2015 по 2019 гг.

**Таблица 6.2.1 а – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ТНІ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне Ме и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг. в Энгельском МР**

Первичная заболеваемость населения Энгельского МР болезнями:	Уровень корреляционной связи между заболеваемостью сельского населения и показателями ТНІ загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания							
	ФХ				ЛПХ			
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты		Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты	
Ме			90 %	Ме			90 %	
органов дыхания	0,98	-	-	-	0,68	-	-	-
с-мы кроветвор.	0,62	0,81	-	-	0,55	0,76	-	-
нервной с-мы	0,64	0,68	0,12	0,18	0,56	0,68	-	0,18
гормонал. с-мы	0,18	0,69	0,24	0,75	0,11	0,69	-	0,26
почек	0,17	0,11	0,11	0,23	0,11	0,10	-	0,13
иммунной с-мы	-	0,78	0,27	0,73	-	0,82	-	0,25

**Таблица 6.2.1 б – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ТНІ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне Ме и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг. в Балаковском МР**

Первичная заболеваемость населения Балаковского МР болезнями:	Уровень корреляционной связи между заболеваемостью сельского населения и показателями ТНІ загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания							
	ФХ				ЛПХ			
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты		Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты	
Ме			90 %	Ме			90 %	
органов дыхания	0,92	-	-	-	0,72	-	-	-
с-мы кроветвор.	0,68	0,98	-	-	0,58	0,82	-	-
нервной с-мы	0,69	0,67	-	-	0,61	0,65	-	-
гормонал. с-мы	0,17	0,65	-	0,21	0,09	0,65	-	-
почек	-	0,12	-	-	-	0,11	-	-
иммунной с-мы	-	0,78	-	0,25	-	0,74	-	0,12

**Таблица 6.2.1 в – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ТНІ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне Me и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг. в Ершовском МР**

Первичная заболеваемость населения Ершовского МР болезнями:	Уровень корреляционной связи между заболеваемостью сельского населения и показателями ТНІ загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания							
	ФХ				ЛПХ			
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты		Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты	
		Me	90 %	Me	90 %	Me	90 %	
органов дыхания	0,87	-	-	-	0,69	-	-	-
с-мы кроветвор.	0,28	0,55	-	-	0,25	0,58	-	-
нервной с-мы	0,24	0,53	-	-	0,11	0,57	-	-
гормонал. с-мы	0,23	0,45	-	0,71	0,22	0,53	-	0,23
почек	0,25	0,49	-	-	0,09	0,49	-	-
иммунной с-мы	-	0,36	-	0,72	-	0,41	-	0,25

**Таблица 6.2.1 г – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ТНІ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне Ме и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг. в Марксовском МР**

Первичная заболеваемость населения Марксовского МР болезнями:	Уровень корреляционной связи между заболеваемостью сельского населения и показателями ТНІ загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания							
	ФХ				ЛПХ			
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты		Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты	
Ме			90 %	Ме			90 %	
органов дыхания	0,78	-	-	-	0,68	-	-	-
с-мы кроветвор.	0,56	0,76	-	-	0,55	0,74	-	-
нервной с-мы	0,57	0,69	-	-	0,54	0,69	-	-
гормонал. с-мы	0,12	0,68	0,27	0,73	0,10	0,68	0,18	0,70
почек	0,09	0,13	-	-	0,11	0,13	-	-
иммунной с-мы	-	0,88	0,29	0,75	-	0,77	0,26	0,73

**Таблица 6.2.1 д – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ТНІ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне Ме и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг. в Перелюбском МР**

Первичная заболеваемость населения Перелюбского МР болезнями:	Уровень корреляционной связи между заболеваемостью сельского населения и показателями ТНІ загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания							
	ФХ				ЛПХ			
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты		Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты	
Ме			90 %	Ме			90 %	
органов дыхания	0,69	-	-	-	0,28	-	-	-
с-мы кроветвор.	0,13	0,67	-	-	0,14	0,66	-	-
нервной с-мы	0,14	0,22	-	-	0,13	0,24	-	-
гормонал. с-мы	0,65	0,65	-	0,22	0,27	0,65	-	0,21
почек	0,63	0,23	-	-	0,28	0,23	-	-
иммунной с-мы	-	0,17	-	0,19	-	0,16	-	0,23



**Таблица 6.2.1 е – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ТНІ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне Ме и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг. в Федоровском МР**

Первичная заболеваемость населения Федоровского МР болезнями:	Уровень корреляционной связи между заболеваемостью сельского населения и показателями ТНІ загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания							
	ФХ				ЛПХ			
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты		Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты	
Ме			90 %	Ме			90 %	
органов дыхания	0,74	-	-	-	0,29	-	-	-
с-мы кроветвор.	0,64	0,69	-	-	0,23	0,77	-	-
нервной с-мы	0,62	0,63	-	-	0,20	0,65	-	-
гормонал. с-мы	0,57	0,67	-	0,27	0,18	0,69	-	0,78
почек	0,55	0,23	-	-	0,17	0,30	-	-
иммунной с-мы	-	0,69	-	0,28	-	0,74	-	0,79

**Таблица 6.2.1 ж – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ТНІ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне Ме и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг. в Романовском МР**

Первичная заболеваемость населения Романовского МР болезнями:	Уровень корреляционной связи между заболеваемостью сельского населения и показателями ТНІ загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания							
	ФХ				ЛПХ			
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты		Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты	
Ме			90 %	Ме			90 %	
органов дыхания	0,65	-	-	-	0,28	-	-	-
с-мы кроветвор.	0,62	0,09	-	-	0,21	0,09	-	-
нервной с-мы	0,56	0,08	-	-	0,18	0,07	-	-
гормонал. с-мы	0,56	0,13	-	0,18	0,17	0,12	-	0,09
почек	0,54	0,17	-	-	0,17	0,15	-	-
иммунной с-мы	-	-	-	0,21	-	-	-	0,11

**Таблица 6.2.1 з – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной заболеваемости (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ТНІ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания (на уровне Ме и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг. в Дергачевском МР**

Первичная заболеваемость населения Дергачевского МР болезнями:	Уровень корреляционной связи между заболеваемостью сельского населения и показателями ТНІ загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания							
	ФХ				ЛПХ			
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты		Атмосф. воздух	Вода питьевая	Продукты	
Ме			90 %	Ме			90 %	
органов дыхания	0,67	-	-	-	0,28	-	-	-
с-мы кроветвор.	0,25	0,22	-	-	0,26	0,24	-	-
нервной с-мы	0,24	0,17	-	-	0,30	0,17		
гормонал. с-мы	0,23	0,67	-	-	0,12	0,68	-	-
почек	0,14	0,28	-	0,19	0,12	0,29	-	0,23
иммунной с-мы	-	0,25	-	0,11	-	0,26	-	-

В результате проведенного статистического анализа были рассчитаны коэффициенты ранговой корреляции r-Спирмена, свидетельствующие о взаимосвязи уровня первичной неканцерогенной заболеваемости сельских жителей, проживающих на территориях ФХ и ЛПХ МР региона с показателями суммарной химической нагрузкой ТНІ в атмосферном воздухе, питьевой воде и местных продуктах питания. Наличие сильной положительной корреляционной связи ( $r > 0,70 \leq 1,00$ ), связанной с суммарной химической нагрузкой ТНІ:

1) в атмосферном воздухе было установлено с болезнями органов дыхания населения, проживающего на территориях ФХ Энгельсского ( $r = 0,98$ ); Балаковского ( $r = 0,92$ ); Ершовского ( $r = 0,87$ ) и Марксовского ( $r = 0,78$ ) и Федоровского ( $r = 0,74$ ) МР;

2) в питьевой воде с болезнями иммунной системы и системы кроветворения населения (соответственно нозологиям, приводятся г-Спирмена), проживающего как на территориях ФХ ( $r=0,81$ ;  $r=0,78$ ), так ЛПХ (с. Безымянное) ( $r=0,76$ ;  $r=0,82$ ) Энгельсского МР; ФХ ( $r=0,92$ ;  $r=0,94$ ) и ЛПХ (с. Кормежка) ( $r=0,91$ ;  $r=0,88$ ) Балаковского МР; ФХ ( $r=0,78$ ;  $r=0,98$ ) и ЛПХ (с. Васильевское) ( $r=0,82$ ;  $r=0,74$ ) Марковского МР и ФХ ( $r=0,76$ ;  $r=0,88$ ) и ЛПХ (с. Первомайское) ( $r=0,74$ ;  $r=0,77$ ) Федоровского МР;

3) в местных продуктах питания, но только в экспозициях на уровне 90 перцентиля также была установлена корреляционная связь с болезнями иммунной и гормональной системы населения (соответственно нозологиям, приводятся г-Спирмена), проживающего на территориях ФХ ( $r=0,75$ ;  $r=0,73$ ) и ЛПХ (с. Васильевское) ( $r=0,73$ ;  $r=0,70$ ) Марковского МР; ФХ Ершовского МР ( $r=0,72$ ;  $r=0,71$ ); ФХ Энгельсского МР ( $r=0,75$ ;  $r=0,73$ ) и ЛПХ (с. Первомайское) Федоровского МР ( $r=0,78$ ;  $r=0,79$ ).

Наличие умеренной положительной ( $r>0,30\leq 0,69$ ) и слабой положительной корреляционной связи ( $r>0,01\leq 0,29$ ) между уровнем первичной заболеваемости сельского населения, проживающего на территории ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР, и суммарной химической нагрузкой ТНІ за счет поступления химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, питьевой воде и местных продуктах питания нашло отражение в Таблицах 6.2.1 а-з.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии определенных и обоснованных закономерностей: чем выше была ранее установлена экспозиция контаминантов в атмосферном воздухе, питьевой воде или местных продуктах питания, тем выше в дальнейшем показатель суммарной химической нагрузки на совокупные критические органы и системы и, как правило, тем сильнее проявляется положительная корреляционная связь ТНІ с уровнями первичной неканцерогенной заболеваемости сельских жителей. Вместе с этим следует отметить, что сила корреляционной связи в большей степени была обусловлена совокупным воздействием поллютантов факторов

окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода), чем местных продуктов питания и не была обусловлена только местом проживания (ФХ или ЛПХ). Хотя в подавляющем большинстве случаев наличие сильной положительной корреляционной связи, связанной с ТНІ и первичной заболеваемостью, отмечалось на территориях ФХ (Таблицы 6.2.1 а-з).

Аналогичная корреляционная связь прослеживалась и между уровнем первичной онкологической заболеваемости и показателем уровня индивидуального канцерогенного риска ICR населения ФХ и ЛПХ экологически неблагоприятных сельских МР (Таблица 6.2.2).

**Таблица 6.2.2 – Корреляционные связи (r-Спирмена) между среднегодовым уровнем первичной онкологической заболеваемостью (на 100 тыс. человек) сельского населения (ФХ и ЛПХ) и показателями ICR загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и местных продуктов питания (на уровне Me и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019 гг.**

ФХ и ЛПХ МР Саратовского региона	Уровень корреляционной связи между первичной онкологической заболеваемостью сельского населения и показателями ICR загрязнения территориальных объектов и местных продуктов питания				
	Атмосф. воздух	Вода питьевая	Почва	Продукты	
				Me	90 %
Балаковский ФХ ЛПХ	0,61	0,21	0,67	0,12	0,68
	0,57	0,22	0,56	0,09	0,24
Дергачевский ФХ ЛПХ	0,38	0,24	0,34	0,22	0,44
	0,38	0,26	0,31	0,15	0,22
Ершовский ФХ ЛПХ	<b>0,92</b>	0,29	<b>0,87</b>	0,23	0,66
	0,29	0,28	0,41	0,11	0,24
Марковский ФХ ЛПХ	0,61	0,27	0,65	0,22	<b>0,72</b>
	0,60	0,24	0,66	-	0,29
Перелюбский ФХ ЛПХ	0,32	0,27	0,33	0,28	0,49
	0,30	0,28	0,30	0,14	0,18
Романовский ФХ ЛПХ	0,42	0,23	0,55	0,26	0,52
	0,15	0,22	0,65	0,14	0,21
Саратовский ФХ ЛПХ	0,35	0,20	0,43	0,19	0,47
	0,33	0,21	0,40	-	0,18
Федоровский ФХ ЛПХ	<b>0,95</b>	0,56	<b>0,97</b>	0,43	0,68
	0,27	0,52	0,31	-	0,19
Энгельский ФХ ЛПХ	0,63	0,26	0,58	0,65	<b>0,76</b>
	0,59	0,27	0,56	0,12	0,28

Коэффициенты ранговой корреляции  $r$ -Спирмена, рассчитанные в результате проведенного статистического анализа, свидетельствовали о наличии сильной положительной корреляционной связи ( $r > 0,70 \leq 1,00$ ) между уровнем первичной онкологической заболеваемости сельских жителей и показателями индивидуального канцерогенного риска ICR, связанной с суммарным химическим загрязнением канцерогенами атмосферного воздуха и почвы территорий проживания населения ФХ Ершовского МР (соответственно  $r$ -Спирмена = 0,92; и  $r = 0,87$ ) и Федоровского МР (соответственно  $r$ -Спирмена = 0,95; и  $r = 0,97$ ); а также с потреблением местных продуктов питания, контаминированных онкогенами на уровне 90-го перцентиля, населения ФХ Марксовского МР ( $r = 0,72$ ) и Энгельсского МР ( $r = 0,76$ ) региона.

Полученные коэффициенты ранговой корреляции  $r$ -Спирмена между уровнем первичной онкологической заболеваемости сельских жителей и показателями индивидуального канцерогенного риска ICR нашли свое подтверждение в данных ГУЗ «Областной онкологический диспансер» Министерства здравоохранения Саратовской области, свидетельствующих о высоком среднем уровне заболеваемости первичным раком легких за период с 2015 по 2019 гг в Федоровском МР (первое место по области с показателем – 118,9 человек 100 тыс. населения) и Ершовском МР (74,0 человека на 100 тыс. населения), раком желудка в Энгельсском МР (52,8 на 100 тыс.) и Марксовском МР (47,6 на 100 тыс.). При этом рак легких у жителей сельской местности к концу 2019 года занимал первое место (16,8 %) структуре первичной заболеваемости, значительно опережая по этому показателю городских жителей (9,7 %). В структуре смертности сельских жителей от злокачественных новообразований к концу 2019 года также наибольший удельный вес составляли опухоли трахеи, бронхов, легкого – 16,6 %; на втором месте находился рак желудка – 9,6 %.

Доказательство наличия умеренной положительной ( $r > 0,30 \leq 0,69$ ) и слабой положительной корреляционной связи ( $r > 0,01 \leq 0,29$ ) между уровнем

первичной онкологической заболеваемости сельского населения, проживающего на территории ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР, и показателями ICR загрязнения канцерогенными химическими веществами территориальных объектов и местных продуктов питания нашло отражение в Таблице 6.2.2.

Полученные результаты свидетельствовали о более выраженном наличии умеренной и слабой положительной корреляционной связи у населения ФХ над ЛПХ МР области при изучении связи между первичной онкологической заболеваемостью сельских жителей и показателями ICR, связанной с загрязнением атмосферного воздуха, почвы и местных продуктов питания (на уровне Me и 90-го перцентиля) за период наблюдения с 2015 по 2019гг. Последнее было связано с наличием, как правило, более высоких экспозиций содержания изучаемых химических канцерогенов в объектах окружающей среды и местных продуктах питания (с учетом зависимости от уровня Me и 90-го перцентиля). Незначительное количество или полное отсутствие канцерогенов в питьевой воде изучаемых МР региона нашло отражение в полученных, практически одинаковых, сравниваемых результатах изучения наличия корреляционные связи ( $r$ -Спирмена) между первичной онкологической заболеваемостью сельских жителей с показателями ICR.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенное мониторинговое изучение содержания химических загрязнителей на территориях экологически неблагополучных сельских регионов Саратовской области выявило наличие приоритетных экотоксикантов, нередко в концентрациях, превышающих в 1,5-3 раза допустимые уровни в объектах окружающей среды, питьевой воде и продуктах питания.

2. Анализ неканцерогенного риска для здоровья населения экологически неблагополучных МР региона от веществ, поступающих в организм с атмосферным воздухом, выявил наибольшие значения HQ для проживающих на территориях всех ФХ и большинства ЛПХ от взвешенных веществ и мышьяка, значения которых колебались (от 2,1 до 6,0). Уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска при воздействии химических онкогенов атмосферного воздуха оказался неприемлемым как для населения ФХ, так и ЛПХ (более  $1 \times 10^{-4}$ , но менее  $1 \times 10^{-3}$ ). При этом наибольший вклад в суммарный индивидуальный канцерогенный риск атмосферы, как МР, так и сельских поселений, вносил мышьяк, составлявший среди загрязнителей атмосферы изучаемых населенных пунктов от 35 до 80 %.

3. Высокий уровень неканцерогенных эффектов суммарного индекса опасности при комбинированном загрязнении питьевой воды поллютантами, составляющий от 3,8 до 33,7 единиц в отношении гормональной и центральной нервной системы, был установлен для населения, проживающего на территориях всех ФХ МР и ЛПХ сельских поселений экологически неблагополучных районов Саратовской области, за исключением Романовского МР. Суммарный канцерогенный индивидуальный риск при воздействии химических онкогенов питьевой воды в течение всей жизни населения, проживающего во всех экологически

неблагополучных муниципальных районах ФХ и ЛПХ региона, был примерно одинаковым и расценивался как допустимый приемлемый риск на уровне величины  $1 \times 10^{-4}$ .

4. Значения суммарных индексов опасности, как уровней неканцерогенных эффектов, обусловленных многомаршрутной экспозицией контаминантов почвы, вне зависимости от территориального расположения обследованных муниципальных районов и сельских населенных мест, находились в интервалах от 0,00006 до 0,01, что свидетельствовало о безопасности данного пути загрязнения для здоровья населения. Значения суммарных канцерогенных индивидуальных рисков, обусловленные онкогенными поллютантами, содержащимися в почве на территориях ФХ и ЛПХ экологически неблагополучных МР региона, не превышали величины  $2,4 \times 10^{-6}$ , что также свидетельствовало о приемлемом индивидуальном пожизненном уровне канцерогенного риска.

5. Комплексная оценка показателей суммарной химической нагрузки (ТНЛ) для населения изучаемых экологически неблагополучных регионов Саратовского региона, связанная с возможным совместным присутствием в продуктах нитратов, ТМ и пестицидов, свидетельствовала о допустимом уровне риска ТНЛ в медианной экспозиции контаминантов. Напротив, экспозиция поллютантов на уровне 90-го перцентиля в местных продуктах питания, выращенных на территориях ФХ Ершовского, Марксовского, Энгельского МР и ЛПХ Марксовского и Федоровского районов, создавали уровень ТНЛ, превышающий величину, равную 3, что свидетельствовало о настораживающем уровне риска неканцерогенных эффектов.

6. Показатели уровня индивидуального канцерогенного риска (ICR) в течение всей жизни для населения, проживающего на территории всех ФХ и некоторых ЛПХ (Дергачевского, Федоровского, Энгельского) МР региона при совокупном воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, почву и местные продукты питания в концентрациях на уровне 90-й перцентиля, соответствовали неприемлемому для населения



рisku. Аналогичная картина отмечалась и в отношении местных продуктов питания при медианной экспозиции канцерогенов, производимых исключительно ФХ Энгельсского, Федоровского, Марксовского и Балаковского МР региона.

7. Суммарная химическая нагрузка является значимым этиологическим фактором формирования как неканцерогенной, так и онкогенной первичной заболеваемости сельского населения. В большей степени данное положение относится к сельскому населению, проживающему на территории ФХ, что подтверждается наличием сильной положительной корреляционной связи ( $r > 0,70 \leq 1,00$ ) между уровнем первичной заболеваемости населения и показателями суммарной химической нагрузки, а также уровнем индивидуального канцерогенного риска загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и местных продуктов питания.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

На основе анализа проведенных гигиенических исследований организациям Роспотребнадзора, органам местного самоуправления, научным и учебным организациям медико-профилактического направления предложено внедрить в практическую деятельность ряд конкретных рекомендаций, направленных на информирование населения об опасности химического загрязнения факторов окружающей среды и местных продуктов питания, а также на проведение мероприятий по минимизации риска для здоровья от их воздействия.

С этой целью рекомендовать:

1) в процессе проведения социально-гигиенического мониторинга шире информировать ведомственные структуры и население в целом о фактах контаминации окружающей среды и продуктов питания опасными для здоровья человека приоритетными поллютантами;

2) создать в свободном для населения доступе информационные компьютерные базы данных по анализу экспозиций и путям распространения на территории региона приоритетных контаминантов в объектах окружающей среды и продуктах питания местного производства;

3) при выявлении в процессе проведения оценки канцерогенного и неканцерогенного риска неприемлемых для состояния здоровья населения уровней, в экстренном порядке принимать управленческие решения с информацией об этом органов местного самоуправления;

4) учитывая существенный рост онкологической заболеваемости сельского населения региона рекомендовать органам здравоохранения, совместно с санитарной службой взять под контроль проведение эпидемиологической оценки онкологической заболеваемости с последующей выработкой конкретных рекомендаций, направленных на профилактику злокачественных новообразований;

5) в процессе обучения студентов медицинских вузов медико-профилактических факультетов на конкретных региональных примерах шире показывать роль влияния комплексного действия поллютантов в условиях их многосредовой экспозиции.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВОЗ – Всемирная Организация Здравоохранения

ГН – гигиенические нормативы

ГХБ – гексахлорбензол

ГХЦГ – гексахлоран

ДДТ – дихлор-дифенил-трихлорметил-метан

ЕАЭС – Евразийский экономический союз

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы

ЛПХ – личное подсобное хозяйство

МЗ РФ – министерство здравоохранения Российской Федерации

МР – муниципальный район

НИИ – научно-исследовательский институт

ОК – остаточные количества

ООН – Организация Объединённых Наций

ООП – особо опасные пестициды

ПАВ – поверхностно-активное вещество

ПДК – предельно допустимые концентрации

ПДКсс – предельно допустимая концентрация среднесуточная

ПДУ – предельно допустимый уровень

ПФО – приволжский федеральный округ

РФ – Российская Федерация

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормы

СПАВ – синтетическое поверхностно-активное вещество

ТБО – твёрдые бытовые отходы

ТМ – тяжёлые металлы

УХО – уничтожение химического оружия

ФАО – продовольственная и сельскохозяйственная организация

Объединённых Наций

ФОП – фосфорорганический пестицид

ФХ – фермерское хозяйство

ХАССП – система оценки согласно Hazard Analysis and Critical Control Points  
(НАССР — анализ рисков и критические контрольные точки)

ХОП – хлорорганический пестицид

ЦНС – центральная нервная система

ЦФО – центральный федеральный округ

2,4-Д – 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота

As – мышьяк

Cd – кадмий

ICR – уровень индивидуального канцерогенного риска

Fe – железо

Hg – ртуть

Mn – марганец

Pb – свинец

ТНІ – показатель суммарной химической нагрузки

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авалиани, С.А. Региональная экологическая политика. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды/С.А. Авалиани, Б.А. Ревич, В.М. Захарова – М.: Центр экологической политики России, 2001. – 76с.
2. Авалиани, С.Л. О гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха / С.Л. Авалиани, А.Л. Мишина // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 3. – С. 44-48.
3. Авалиани, С.Л. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2014. – № 93(6). – С. 5-8.
4. Авцын, А. П. Микроэлементозы – заболевания, обусловленные дефицитом, избытком и дисбалансом микроэлементов в организме человека и животных / А.П. Авцын, А. А. Жаворонков // Экология человека. – 1994. – № 2. – С. 53-57.
5. Алексеенко, В.А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов / В.А. Алексеенко, А.В. Алексеенко – Ростов н/Д.: Изд-во Южного федерального университета, 2013. – 380 с.
6. Арутюнов, В., Кирюхин Г., Юмашев В. Первый опыт строительства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России/ В. Арутюнов, Г. Кирюхин, В. Юмашев // Дороги России XXI века. – 2002. – № 3. – С. 58-61.
7. Безель, В.С. Популяционная экотоксикология / В.С. Безель, В.Н. Большаков, Е.Л. Воробейчик – М.: Наука, 1994. – 80с.
8. Белоусов, М.И. Антропогенное загрязнение городской среды кадмием и никелем и его возможное влияние на развитие рассеянного

склероза /М.И. Белоусов, И.И. Шоломов, Ю.Ю. Елисеев //Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 16 (2). – С. 764-768.

9. Белоусов, М.И. Оценка антропотехногенных факторов, участвующих в развитии рассеянного склероза (на примере г. Саратова) / М.И. Белоусов, И.И. Шоломов, Ю.Ю. Елисеев // Фундаментальные исследования. – 2014. – №7(2). – С. 228-232.

10. Беляев, Е.Н. Роль сан-эпид службы в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации Е.Н. Беляев. – М.: Издательско-информационный центр госкомитета санитарно-эпидемиологического надзора РФ, 1996. – 416 с.

11. Бережной, П.В. Основы эколого-экономического обеспечения производства экологически безопасной зерновой продукции // Инженерный вестник Дона. 2011. – № 2. – С. 441 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/441](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/441).

12. Биличенко, Т.Н. Загрязнение атмосферного воздуха и болезни органов дыхания у населения / Т.Н. Биличенко, Э.И. Чигирева, Т.В. Ефименко // Пульмонология. 2003. – № 1. – С. 6-9.

13. Боев, В.М. Гигиеническая оценка загрязнения воздушной среды по содержанию поллютантов в аккумулярующих средах / В.М. Боев, В.Н. Дунаев, В.Н. Аверьянов // Теоретические основы и практическое решение проблем санитарной охраны атмосферного воздуха: Сб. науч. трудов под ред. акад. Ю.А. Рахманина. – М., 2003. – С. 48-50.

14. Боев, В.М, Материалы к статистике лейкозов. /В.М. Боев, Л.В. Зеленина, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 6 (279). – С. 4-7.

15. Боев, В.М., Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования / В.М. Боев, В.Ф. Куксанов, В.В.Быстрых. – М.: Медицина, 2002. – 175 с.

16. Боев, В.М. Методология комплексной оценки антропогенных и социально-экономических факторов в формировании риска здоровью населения / В.М. Боев // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 4-9.

17. Боев, В.М. Среда обитания и экологически обусловленный дисбаланс микроэлементов у населения урбанизированных и сельских территорий / В.М. Боев // Гигиена и санитария. – 2002. – № 5. – С. 3-7.

18. Боев, В.М. Урбанизированная среда обитания и здоровье человека / В.М. Боев, В.В. Быстрых, А.В. Горлов, А.И. Карпов, В.И. Кудрин – Оренбург: Печатный дом "Димур", 2004. – 240 с.

19. Боев, В.М. Экология человека в малых городах и сельских населенных пунктах Восточного Оренбуржья / В.М. Боев // Гигиена и санитария. – 1994. – №8. – С.40-42.

20. Боев, В.М. Экология человека на урбанизированных и сельских территориях / В.М. Боев, Н.Н. Верещагин, М.А. Скачкова, В.В. Быстрых, М.В. Скачков – Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 2003. – 392 с.

21. Бронхиальная астма / Под ред. А.Г. Чучалина: В 2 томах. М.: Агар, 1997. – Т. 1. –432 с. – Т. 2. – 400 с.

22. Бурдина, Н. Ф. Анализ особенностей накопления и распределения тяжелых металлов в организме рыб (обзор литературы) / Н. Ф. Бурдина. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 40 (278). – С. 183-185. – URL: <https://moluch.ru/archive/278/62745/>.

23. Бутырин, М.В. Особенности загрязнения почв и растений тяжелыми металлами и мышьяком и состояние здоровья населения МО г. Свирск / М.В. Бутырин, Ш.К. Хуснидинов, Р.В. Замашиков // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 70-летию Победы ВОВ и 100-летию со дня рождения А.А. Ежовского (15-16 апреля 2015 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГАУ, 2015. – С. 98-102.



24. Бутырин, М.В., Оценка опасности загрязнения окружающей природной среды тяжелыми металлами в условиях Иркутской области / М.В. Бутырин, Ш.К. Хуснидинов, Р.В. Сосницкая и др. // Плодородие. 2017. – № 6. – С. 45-48.
25. Бушуев, Н.Н. Влияние внесения осадков сточных вод на загрязнение почв тяжелыми металлами/ Н.Н. Бушуев, А.В. Шуравилин // Плодородие, 2014. – № 4. – С. 40-41.
26. Буштуева, К.А. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения загрязнением окружающей среды / К.А. Буштуева, И.С. Случанко. – М.: Медицина, 1979. – 160 с.
27. Варшавский, А.Е. Инновационные риски в области продуктов питания для России в условиях глобализации и либерализации рынков/ А.Е. Варшавский // Экономическая наука современной России. 2015. – № 4 (71). – С. 91-108.
28. Верещагин, А.И., Кластеры региональных особенностей питания населения / А.И. Верещагин, А.В. Истомина А.В., Ю.Ю. Елисеев Ю.Ю. и др.// Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 3 (240). – С. 11-13.
29. Водяницкий, Ю.Н. Современные тенденции загрязнения почв тяжелыми металлами / Ю.Н. Водяницкий // Агрехимия. – 2013. – № 9. – С. 88-96.
30. Водяницкий, Ю.Н. Деградация, восстановление и охрана почв/ Ю.Н. Водяницкий // – Почвоведение, 2013. – № 7. – С. 872-881.
31. Гаевский, И.В., О методическом обеспечении риск-ориентированного надзора на едином экономическом пространстве Евразийского экономического союза / И.В.Гаевский, Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.Т. Карымбаева и др.// Анализ риска здоровью. 2019. – № 1. – С. 14-6.
32. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.3.2.560-96" (Подразделы 6.10. – 8.) (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24.10.96 N 27).

33. Гладышев, В.П., Содержание тяжелых металлов в овощных культурах Томской области / В.П.Гладышев, Н.М. Мордвинова, С.В. Ковалева и др.// Гигиена и санитария. 2002. – № 2 – С. 43-47.
34. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений. – М., 2017. – 123 с.
35. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». – М. – 2007. – 83 с.
36. Гогмачадзе, Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации/ Г.Д. Гогмачадзе; предисл. и общ. ред. Д.М. Хомякова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010. – 592 с.
37. Голубева И.А. Анализ производства серы методом Клауса на нефтегазовых предприятиях России, нерешенные проблемы / И.А. Голубева, Г.Р. Хайруллина, А.Ю. Старынин, О.Н. Каратун // НефтеГазоХимия. – 2017. –№ 3. – С. 5-12.
38. Гончарук, Е.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве / Е.И. Гончарук, Г.И. Сидоренко. – М.: Медицина, 1986. – 320 с.
39. Горбанев, С.А., Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в районе расположения предприятия по производству минеральных удобрений / С.А. Горбанев, О.Л. Маркова, Г.Б. Еремин и др. // Гигиена и санитария. 2021. – № 100(8). – С. 755-761. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-755-761>.
40. Горбачев, Д.О. Анализ риска здоровью трудоспособного населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов (опыт Самарской области) / Д.О. Горбачев, О.В. Сазонова, Л.М. Бородина и др. // Анализ риска здоровью. 2019. – № 3. – С. 42-49. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.05

41. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1756>.

42. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1996>.

43. Гусейнов, Х.Ю. Распространенность хронического бронхита (по материалам эпидемиологических исследований) / Х.Ю. Гусейнов // Пробл. туберкулеза. – 2000. – № 5. – С. 54-56.

44. Давыдова, С. Л. Превращение нефти в биосфере / С.Л. Давыдов // Энергия. 2006. – № 5. – С. 53-58.

45. Даутов, Ф.Ф. Влияние загрязнений атмосферного воздуха на аллергическую заболеваемость детей в крупном промышленном городе. / Ф.Ф. Даутов, Р.Ф. Хакимова, Н.З. Юсупова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 10-12.

46. Даутов, Ф.Ф. Изучение здоровья населения в связи с факторами среды/ Ф.Ф. Даутов – Казань: Издательство университета, 1990. – 117с.

47. Дерягина, В.П. Разработка методов анализа нитратов и нитритов в пищевых продуктах и гигиеническая оценка способов снижения их содержания при промышленной и кулинарной переработке // Автореферат дисс...канд. биол. наук – М. – 1994 – 24 с.

48. Дерюгина, В.П. Механизмы реализации модифицированного действия нитратов на канцерогенез/ В.П. Дерюгина, Л.В. Кривошеева, Л.А. Савлючинская и др. // Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: Материалы международной конференции. Гурзуф-Ялта. – 2017. – С 185-191.

49. Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза 2000/60/ЕС от 23 октября 2000 г. «О действиях в сфере водной политики». Available at: <http://ec.europa.eu>environment/water/water...objectives19>.

50. Дубинина, Ю.А. Сравнительная оценка загрязнения пищевых продуктов нитратами/ Ю.А. Дубинина, Г.М. Ремизов // Амурский научный вестник. 2016. – № 1. – С. 70-77.

51. Дударев, А.А. Содержание металлов в местных продуктах питания Печенгского района Мурманской области/ А.А. Дударев, Е.В. Душкина, Ю.Н. Чупахин и др. // Медицина труда и промышленная экология. 2015. – № 2. – С. 35-40.

52. Другов, Ю.С. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов / Ю.С. Другов, А.А. Родин – Бином. Методы в химии. – СПб. – 2009. – 296 с.

53. Джек Вейнберг. Опасные пестициды и СПМРХВ – Пособие для НПО (на русском языке [Электронный ресурс] //IPEN [Офиц. сайт] URL: [http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo\\_guide\\_hazpest\\_saicm-ru.pdf](http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo_guide_hazpest_saicm-ru.pdf).

54. Елисеева, Ю.В., Проблемы обеспечения гигиенической безопасности питания населения в Саратовском регионе / Ю.В. Елисеева, А.В. Истомин, Ю.Ю. Елисеев, Н.Н. Пичугина. Саратов: Изд-во Саратовского ГМУ. – 2014. – 160 с.

55. Елисеев, Ю.Ю. Возможные причины роста заболеваемости населения рассеянным склерозом/ Ю.Ю. Елисеев, А.И. Верещагин, А.В. Истомин, И.И. Шоломов, М.И. Белоусов // Здоровье населения и среда обитания. –2015. – №2 (263). – С. 6-9

56. Елисеев, Ю.Ю.Сравнительное гигиеническое изучение содержания некоторых пестицидов в сельскохозяйственной продукции фермерских подсобных хозяйств / Ю.Ю.Елисеев, А.А. Дударев, Е.В. Душкина Е.В. и др. // Санитарный врач. – 2020. – № 9. – С. 50-59. DOI 10/33920/med-08-2009-05.

57. Ежегодник. Загрязнение почв России токсикантами промышленного происхождения в 2015 году. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2016. – 112 с.

58. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах Российской Федерации. – ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»). – Санкт-Петербург: 2019. – 284 с.

59. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории Российской Федерации. – ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»). – Санкт-Петербург: 2018. – 280 с.

60. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах Российской Федерации. – ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»), – Санкт-Петербург: 2020. – 290 с.

61. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах на территории деятельности Приволжского УГМС в 2018 году. – Самара, 2019. – Т. 1. – 132 с. Табличный материал – 92 с.

62. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах на территории деятельности Приволжского УГМС в 2019 году. – Самара, 2020. – Т. 1. – 134 с. Табличный материал – 92 с.

63. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах на территории деятельности Приволжского УГМС в 2020 году. – Самара, 2021. – Т. 1. – 130 с. Табличный материал – 90 с.

64. Жамбалова, Д.И. Атмосферные осадки – прямой источник загрязнения геологической среды/ Д.И. Жамбалова, А.М. Плюснин // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы геосферных исследований: Материалы научной конференции. Забайкал. гос. гум. – пед. ун-т. – Чита, 2006. – С. 58-60.

65. Жарикова, Е.А. Тяжелые металлы в городских почвах: оценка содержания и экологического риска / Е.А. Жарикова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 1. – С. 164-173.

66. Жидкин, В.И. Загрязнение пищевых продуктов нитратами, пестицидами и тяжелыми металлами / В.И. Жидкин, А.М. Семушев // Предпринимательство. – 2014. – № 5. – С. 190-198.

67. Жидкин, В.И. Основные загрязнители продовольственного сырья и пищевых продуктов / В.И. Жидкин, А.М. Семушев // Вторые чтения памяти профессора О.А. Зауралова: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Саранск, 12 мая 2010 г.). – Саранск, 2010. – С. 28-31.

68. Жидкин, В.И. Пути загрязнения продовольствия/ В.И. Жидкин, А.М. Семушев // Третьи чтения памяти профессора О.А. Зауралова: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Саранск, 13 мая 2011 г.). – Саранск, 2011. – С. 20-23.

69. Жолдакова, З.И. Актуальные направления гармонизации законодательных основ по обеспечению безопасности химических загрязнений для здоровья человека и окружающей среды / З.И. Жолдакова, О.О. Синицина, И.А. Печникова, О.Н. Савостикова // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 4-13.

70. Жолдакова, З.И. Перспективы совершенствования организационно-правовых и методических мер по управлению качеством окружающей среды / З.И. Жолдакова, С.М. Юдин, О.О. Синицина, и др. // Гигиена и санитария. 2018. – № 97 (11). – С. 1026-31.

71. Зайцева, Н.В. Анализ правовой и методической базы риск-ориентированного надзора за продукцией, обращаемой на потребительском рынке: задачи и перспективы развития в Евразийском экономическом союзе. / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.И. Сычик и др. // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 4-22.

72. Зайцева, Н.В. Социально-гигиенический мониторинг в условиях промышленно-развитой территории, возможности интеграции / Н.В. Зайцева // Госсанэпидслужбе России 80 лет: реальность, перспективы: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – М., 2002. – Т. I. – С. 273-275.

73. Зайцева, Н.В. Экология и здоровье детей Пермского края./ Н.В. Зайцева, Н.И. Аверьянова, И.П. Корюкина. – Пермь: 1997. – 147с.
74. Иванова, Н.А. Абиотические и биотические факторы почвы в условиях нефтяного загрязнения / Иванова Н.А., Усачева Ю.Н. // Вестник ОГУ. – 2012. – № 10 (146) – С. 143-148.
75. Ивчик, Т.В. Факторы риска хронической обструктивной болезни легких/Т.В. Ивчик, А.Н. Кокосов, Е.Д. Янчина и др. // Пульмонология. 2003. – № 3. – С. 6-15.
76. Инглик, Т.Н. Гигиеническая характеристика продуктов питания по содержанию нитратов / Т.В. Инглик, Д.М. Пак // Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 1. – С. 9-17.
77. Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сборник материалов III Международной научнопрактической конференции (8-19 апреля 2019 г., г. Краснодар) / ФГБНУ ВНИИТТИ. – Краснодар, 2019. – Ч. 2. – 608 с.
78. Истомина, А.В. Обусловленность рисков здоровью детского населения химической контаминацией пищевых продуктов в регионе. / А.В. Истомина, Ю.Ю. Елисеев, Ю.В. Елисеева // Здоровье населения и среда обитания. 2014. – № 2. – С. 18-21.
79. Каменческо, С.Е. Факторы, влияющие на динамику популяций вредных саранчовых в Нижнем Поволжье / С. Е. Каменческо, Н.И. Стрижков, Т.В. Наумова // Земледелие. 2012. – № 1. – С. 41-44.
80. Капелькина, Л.П. Свинец в почвах г Санкт-Петербурга и некоторые особенности его нормирования. Л.П. Капелькина – Почв, институт им. В.В. Докучаева, 1992. – С.44-49.
81. Каплин, В.Г. Основы экотоксикологии / В.Г. Каплин – М.: Колос, 2007. – С. 232.

82. Капустин, А.А. Автотранспортный комплекс и проблемы экологической ситуации в мегаполисах / А.А. Капустин, В.Н. Денисов // Мир человека. – 2009. – № 1. – С. 80-94.

83. Карелин, А.Ю. Правовой анализ использования оценки риска здоровью в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / А.Ю.Карелин А.Ю. Ломтев, Г.Б.Еремин и др. // Гигиена и санитария. 2020. – № 99 (6). – С. 624-630. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-624-630>.

84. Карелин, А.О. О правовом закреплении использования методов оценки риска здоровью в законодательстве Российской Федерации, регулирующем санитарно-эпидемиологическое благополучие населения. А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин, Н.А. Мозжухина// Здравоохранение Российской Федерации. 2016. – № 60 (5). – С. 264-268.

85. Карелин, А.О. Правовой анализ использования оценки риска здоровью в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин, Н.А. Мозжухина // Гигиена и санитария. – 2020. – № 99(6). – С. 624-630. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-624-630>.

86. Карелин, А.О. Использование системы управления рисками для совершенствования санитарно-эпидемиологического контроля и надзора. А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин, И.В. Май // Ученые записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова. – 2015. – № XXII (1). – С. 81-85.

87. Карпышева, Ю. «Проблемы борьбы с незаконным оборотом опасных для жизни и здоровья человека, а также экологии региона, пестицидов и агрохимикатов при производстве плодовоовощной продукции в Восточной Сибири». Итоговый отчет по проекту [Электронный ресурс] // Terrorism, Transnational Crime, and Corruption Center (TraCCC) [Офиц. сайт]. URL: [http://traccc.gmu.edu/wp-content/uploads/2013/06/Karpysheva\\_Illegal\\_Use\\_of\\_Pesticides\\_2012.pdf](http://traccc.gmu.edu/wp-content/uploads/2013/06/Karpysheva_Illegal_Use_of_Pesticides_2012.pdf).



88. Кацнельсон, Б.А. К методологии изучения зависимости здоровья населения от комплекса гигиенических и других факторов / Б.А. Кацнельсон, Е.В. Ползик, Н.В. Ножкина // Гигиена и санитария. – 1995. – № 2. – С. 30-32.

89. Киреев, Г.В. Зависимость онкологической заболеваемости от загрязнения атмосферного воздуха / Г.В. Киреев, В.П. Татарский, С.Д. Задолинная, Е.В. Резанова // Гигиена и санитария. – 1997. – № 2. – С. 3-5.

90. Кислицына Л.В., Иванова И.Л., Кику П.Ф. Оценка риска вероятного воздействия тяжелых металлов в пищевых продуктах на состояние здоровья население Приморского края. Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2015; 4 (62): 78-83.

91. Кислицына, Л.В. Оценка содержания химических контаминант в продуктах питания жителей Приморского края Л.В. Кислицына // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2011. – Т. 46. – № 3. – С. 36-42.

92. Клепиков, О.В. Анализ информации региональных баз данных показателей качества и безопасности продуктов питания в рамках выполнения национального проекта «Демография» О.В. Клепиков, Ю.И. Стёпкин, А.В. Истомин А.В. и др. // «Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения». Всерос. науч.-прак. конф. с междунар. участием. – Рязань. – 2020. – С. 97-101.

93. Клепиков, О.В. Региональные особенности питания населения и риск для здоровья, связанный с химической контаминацией пищевых продуктов / О.В. Клепиков, Ю.И. Стёпкин, А.В. Истомин А.В. и др. // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95(11). – С. 1086-1091.

94. Клещина, Ю.В. Мониторинг за контаминацией продовольственного сырья и пищевых продуктов токсичными элементами / Ю.В. Клещина, Ю.Ю. Елисеев // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 81-82.

95. Кобелева, О. В. Пестициды в продуктах питания, произведенных на территории Хабаровского района / О.В. Кобелева // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». – 2013. – Т.4. – № 3. – С. 1-8.

96. Кожанова, О.И. Социально-гигиенический мониторинг в системе управления здоровьем населения Саратовской области: Информационно-аналитический сборник Управления Роспотребнадзора по Саратовской области за 2012-2017 гг. Саратов: Изд-во Роспотребнадзора СО. – 2018. – 82 с.

97. Колесников, С.И. Биодиагностика экологического состояния почв загрязненных нефтью и нефтепродуктами / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков и др. – Ростов на Дону: ЗАО Ростиздат, 2007. – 192 с.

98. Колунтаев, Д.А., Березовский Е.В., Доля А.В., Пухальская Н.В. Апробация нового метода пробоподготовки QuEChERS в исследовании по химическим средствам защиты растений/ Д.А. Колунтаев, Е.В. Березовский, А.В. Доля // Плодородие. – 2010. – № 3. – С. 39-41.

99. Колунтаев, Д.А. Методика измерений остаточных количеств пестицидов в овощах, фруктах, зерне и почве методом жидкостной хромато-масс-спектрометрии/ Д.А. Колунтаев, Н.И. Добрева // Сборник тезисов Четвёртой Всероссийской Конференции-школы: Фундаментальные вопросы масс-спектрометрии и её аналитические применения. – М., 2010. – 200 с.

100. Колунтаев, Д.А. Метод группового анализа остаточных количеств пестицидов для оценки безопасности сельскохозяйственной продукции/ Д.А. Колунтаев, В.А. Калинин // Сборник материалов 1-ой международной межвузовской конференции Современные методы аналитического контроля качества и безопасности продовольственного сырья и продуктов питания. – Москва, 2010. – С. 26-30.

101. Колунтаев, Д.А. Использование нового метода пробоподготовки QuEChERS для определения остаточных количеств пестицидов в целях мониторинга экологической безопасности импортируемой плодоовощной продукции в Российскую Федерацию/ Д.А. Колунтаев, П.Е. Пузырьков, В.Л. Сухова и др. // Агро XXI век, 2011. – № 10-12. – С. 24-27.

102. Кошкина, В.С. Мониторинг распространенности химических канцерогенов в объектах окружающей среды и биосредах у жителей города с

развитой отраслью черной металлургии / В.С. Кошкина, Н.А. Антипова, Н.Н. Котляр // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 12-14.

103. Красовицкая, М.Л. Химические и фотохимические превращения производственных выбросов в атмосфере / М.Л. Красовицкая, М.Т. Дмитриев, Т.А. Кулеш, Е.Г. Растянников // Гигиена и санитария. – 1984. – № 9. – С. 15-17.

104. Красовский, Г.Н. Методология гармонизации гигиенических нормативов веществ в воде и её реализация при совершенствовании водно-санитарного законодательства / Г.Н. Красовицкий, Н.А. Егорова, И.И. Быков. // Вестник РАМН. – 2006. – № 4. – С. 32-6.

105. Кривцов, И.П. Погрузочно-разгрузочные работы на транспорте // М.: Транспорт, 2005. – 198 с.

106. Крохалёва, С. И. Содержание нитратов в растительных продуктах питания и их влияние на здоровье человека / С.И. Крохалёва, П.В. Черепанов П. В.. Вестник Приамурского государственного университета имени Шолом-Алейхема. 2016. – № 4. – С. 26-36.

107. Куксанов, В.Ф. Гигиенические аспекты обеспечения экологической безопасности и региональной системы управления природоохранной деятельностью: автореф. дис. ... к-та мед. наук: 14.00.07 / Куксанов Виталий Федорович. – Оренбург, 2003. – 26 с.

108. Куксанов, В.Ф. Содержание химических канцерогенов в различных объектах окружающей среды / В.Ф. Куксанов, М.В. Баженова / под ред. В.Ф. Куксанова. // Охрана окружающей среды Оренбургской области. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2002. – С. 123-134.

109. Лазарев В.В. Проблема заболеваемости злокачественными новообразованиями в Омской области // Безопасность городской среды: материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 209-211.

110. Ламтева, Т.В. О контаминации нитратами продукции растениеводства / Т.В. Ламтева, Великая Л.В, Гайдукова Е.П и др.

//Прикладные информационные аспекты медицины. – 2018. – № 4. – С. 111-117.

111. Леонов, О.А. Элементы системы ХАССП при производстве варёно-копченых колбас / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба //Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2018. – № 40 (2). – С. 44-52.

112. Луканин, В.Н. Трофименко Ю.В. Экологическое воздействие автомобильных двигателей на окружающую среду / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.:ВИНИТИ, 1993. – 134 с.

113. Лыжина А.В., Бузинов Р.В., Унгурияну Т.Н. и др. Химическое загрязнение продуктов питания и его влияние на здоровье населения Архангельской области // Экология человека. – 2012. – № 12. – С. 3-9.

114. Лыжина А.В., Унгурияну Т.Н., Родиманов А.В. Риск здоровью населения при воздействии тяжелых металлов, загрязняющих продовольственное сырье и пищевые продукты // Здоровье населения и среда обитания. – 2018; 7(304): 4-7.

115. Маклакова, О.А. Оценка здоровья населения, проживающего в зоне влияния завода по переработке феррованадиевых сплавов / О.А. Маклакова, Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. – № 1. – С. 21-24.

116. Малых О.Л., Кочнева Н.И., Никонов Б.И., Шевчик А.А., Цепилова Т.М. Интегрированная система управления риском для здоровья населения на региональном и муниципальном уровнях // Гигиена и санитария. – 2017; 96 (12): 1136-40.

117. Международный кодекс поведения в области управления использованием пестицидов [Электронный ресурс] // ФАО [Офиц. сайт] URL: <http://www.fao.org/docrep/meeting/026/mf070R.pdf>.

118. Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров) / Н. В. Зайцева,

И. В. Май, П. З. Шур, Д. А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 3. – С. 4-18.

119. Механизмы реализации модифицирующего действия нитритов на канцерогенез / В.П. Дерягина, Л.В. Кривошеева, Л.А. Савлучинская, И.С. Голубева, Н.И. Рыжова // Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: материалы международной конференции / под ред. Е.Л. Глориозова. – Гурзуф-Ялта, 2017. – С. 185-191.

120. Михайличенко К.Ю. Риск возникновения экологически обусловленных заболеваний у сотрудников дорожно-патрульной службы / К.Ю. Михайличенко, А.А. Касьяненко, И.Г. Щелкунова, А.В. Гречко // Гигиена и санитария. – 2010. – № 3. – С. 39-42.

121. Мирошникова Д.И., Ракитский В.Н., Березняк И.В., Иванова Л.Г. Влияние пестицидов на основе глифосата на здоровье работников сельскохозяйственного производства // Гигиена и санитария. 2021;100(9):933-937. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-933-937>.

122. Митченков В.Т. Токсиколого-гигиеническая оценка нитратно-нитритной нагрузки на организм человека и методические основы ее профилактики // Автореферат дисс...докт. мед. наук. – М. – 1992. – 41 с.

123. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. – Копенгаген. Региональные публ. ВОЗ, Европ. 2001 г. – Серия. – № 85. – 2001. – 293 с.

124. Мосияш, С.А. Гигиенические аспекты использования малых водотоков Нижнего Поволжья для сельского водоснабжения / С.А. Мосичш, А.А. Орлов, М.В.Накарякова и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 11(224). – С. 27-29.

125. Мурох, В.И. Гигиеническая оценка пищевых продуктов в условиях интенсивно применения минеральных удобрений в Белорусской ССР // Автореферат дисс.....докт. мед. наук. – М. – 1989. – 49 с.

126. Мусаев, Ш.Ж. Механизмы поведения химических соединений в поверхностном, объемном слоях и донных отложениях водоемов при их

антропогенном загрязнении / Ш.Ж. Мусаев, Ю.Ю. Елисеев, И.Н. Луцевич // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – №13(1-8). – С. 1014-1016.

127. Мусаев, Ш.Ж. Проблема риска для здоровья населения процессов концентрирования химических загрязнений в малых реках Саратовской области / Ш.Ж. Мусаев, Ю.Ю. Елисеев, И.Н. Луцевич // Гигиена и санитария. 2012. – № 5. – С. 101-103.

128. Нажметдинова, А.Ш. Загрязнение почвы и донных отложений стойкими органическими загрязнителями / А.Ш. Нажметдинова, Г.К. Сарманбетова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1 (часть 8) – С. 1372-1377.

129. Новиков, С.М. Оценка ущерба здоровью населения, загрязнение атмосферного воздуха, взвешенные вещества / С.М. Новиков, А.В. Иваненко, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко, Н.С. Скворцова // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 41-44.

130. Новиков С.М. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ / С.М. Новиков, М.В. Фокин М.В. Т.М. Унгурияну // Гигиена и санитария. 2016. – № 95 (8). – С. 711-716.

131. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в российской федерации за 2018 год. – РОСГИДРОМЕТ. – М, 2019. – 225 с

132. Шур, П.З. Обоснование допустимых уровней содержания нитратов в растениеводческой продукции по критериям риска здоровью / П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, Н.Г. Атискова, В.М. Чигвинцев, Е.В. Хрущева // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – Т. 248. – № 11. – С. 47-48.

133. Онищенко, Г.Г. Городская среда и здоровье человека / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 3-4.

134. Онищенко, Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи / Онищенко, Г.Г. // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 3-10.

135. Опополь Н.И., Добрянская Е.В. Нитраты. – Кишинев, из-во «Штиинца» – 1986 – 115 с.

136. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. Методические указания. – Москва, 2010. – 27 с.

137. Осауленко, Л.Н. Обеспечение безопасности пищевой продукции и защиты прав отребителей в праве Евразийского экономического союза / Л.Н. Осауленко// Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. С. 24-30.

138. Особо опасные пестициды [Электронный ресурс] // ВОЗ [Официальный сайт] URL: [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/pesticides/ru/](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/pesticides/ru/) (дата обращения: 11.06.2014).

139. Отравление детей в Индии [Электронный ресурс] // РИА Новости [Официальный сайт]. 27.07.2013 г. URL: [http://ria.ru/trend/India\\_intoxication\\_17072013](http://ria.ru/trend/India_intoxication_17072013).

140. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения при воздействии химических веществ / Н.В. Степанова, Э.Р. Валеева, Фомина С.Ф. – Казань: К(П)ФУ. – ИФМиБ. – 2016. – 128 с.

141. Салдан, И.П. Оценка уровней рисков при воздействии на организм человека нитратного компонента пищевого рациона / И.П. Салдан, О.И. Швед, Б.А. Баландович, А. С. Нагорняк, О.Н. Мазко, О.Г. Макарова, С.П. Филиппова, О.В. Жукова, Н.Ю. Поцелуев // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 81-88. DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.09 UDC 546.175:351.773.1:641.31 DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.09.eng.

142. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Закон Республики Беларусь № 340-З от 7 января 2012 г. Available at:<http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3961&p0=C21600205>.

143. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 299 с.

144. Официальный сайт мероприятий ООН «Международный год почв» [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://www.fao.org/soils-2015/en/>.

145. Назаров, В.Д. Очистка производственных сточных вод электрохимическим методом / В.Д. Назаров, М.В. Назаров, П.Н. Вайншток // Экология и промышленность России. – 2014. – № 2. – С. 18-21.

146. Плюснин А.М. Особенности загрязнения атмосферных осадков в районе дельты реки Селенги / А.М. Плюснин, Д.И. Жамбалова // Вестник Бурятского госуниверситета. Серия 3. География, геология. – Вып. 6. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госун-та, 2005. – С. 146-155.

147. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза товаров. – 5-е изд., испр. и доп. / Гриф МО и науки РФ. – Новосибирск: Сибир. универ. изд-во, 2007. – 485 с.

148. Попова, А.Ю. Анализ риска – стратегическое направление обеспечения безопасности пищевых продуктов / А.Ю. Попова // Анализ риска здоровью. 2018. – № 4. – С. 4-12.

149. Попова, А.Ю. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин и др. // Гигиена и санитария. 2017. – № 96 (12). – С. 1125-1129.

150. Попова, А.Ю., Актуальность гигиенического нормирования пестицидов в почве / А.Ю. Попова, В.Н. Ракитский. Т.А. Сеницкая Т.А. и др. Гигиена и санитария. 2018. 97(6). 485-489. DOI: 10.18821/0016-9900-2018--97-6-485-489.

151. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Стандарт, утвержденный 31 марта 1986 г. – N 4089-86. – 5 с.

152. Предпринимательский кодекс Республики Казахстан. Available at: [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=38259854](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38259854).

153. Рахманин, Ю. А. Актуализированные проблемы здоровья человека и среды его обитания и пути их решения / Ю. А. Рахманин //



Материалы Пленума совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РФ – Москва: М.-НИИ ЭЧ и ГОС, 2011. – С. 3-16.

154. Рахманин, Ю.А. Химические и физические факторы урбанизированной среды обитания – Оренбург: ФГУП "ИПК "Южный Урал", 2004. – 432 с.

155. Рашитов, Л.З. О поступлении бенз(а)пирена в атмосферный воздух и накоплении его в почве / Л.З. Рашитов, А.Б. Галлямов, А.В. Шулаев, А.Б. Тазетдинова // Казанский медицинский журнал. – 2009. – № 90 (4). – С. 505-508.

156. Ракитский, В.Н. Методические подходы к гигиенической оценке безопасности пищевых продуктов при применении пестицидов / В.Н.Ракитский, С.Е.Демина, Е.Г.Чхвиркия // Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века. Сб. науч. тр. «Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей». – Москва, 2001. – Т. 1. – С. 800-802.

157. Ракитский, В.Н. Основы обеспечения безопасного применения пестицидов. / В.Н.Ракитский, Л.П. Терехова, Е.Г.Чхвиркия и др. Здравоохранение Российской Федерации. 2020. – № 64(1). – С. 45-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0044-197X-2020-64-1-45-50>.

158. Ракитский, В.Н., Чхвиркия Е.Г. К оценке реального риска пестицидов для населения при их поступлении в организм человека с продуктами питания / В.Н.Ракитский, Е.Г.Чхвиркия // Тезисы докладов II съезда токсикологов России. – Москва, 2003. – С. 220-221.

159. Ракитский, В.Н., Чхвиркия Е.Г. Система обеспечения безопасности пищевых продуктов, полученных при применении пестицидов//Политика здорового питания в России/ В.Н.Ракитский, Е.Г.Чхвиркия // Материалы VII Всероссийского конгресса. – Москва, 2003. – С. 430-431.

160. Регламент (ЕС) № 882/2004 Европейского парламента и Совета от 29 апреля 2004 г. об официальном контроле, осуществляемом с целью

обеспечения проверки соблюдения пищевого и кормового законодательства, правил, касающихся здоровья животных и условий содержания животных (OJ L 165, 30.4.2004, p. 1). Available at: [http://cnmvl.ru>upload/norm-doc/EC/Reg882\\_2004.pdf](http://cnmvl.ru/upload/norm-doc/EC/Reg882_2004.pdf).

161. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89 (утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1989). – М. – 189 с.

162. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязнителей окружающей среды. – Москва, 2004. – 143 с.

163. Салдан, И.П. Оценка уровней рисков при воздействии на организм человека нитратного компонента пищевого рациона. / И.П. Салдан, О.И. Швед, Б.А.Баландович и др. Анализ риска здоровью. 2018. – № 2. – С. 81-88.

164. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». – М. – 2004. – 123 с.

165. Снежко, С.И. Источники поступления тяжелых металлов в атмосферу/ С.И. Снежко, О.Г. Шевченко // Ученые записки. – 2011. – № 18. – С. 57-69.

166. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» с изменениями и дополнениями 2002-2011 гг.

167. Семушев А.М. Влияние загрязнителей на качество продовольственных товаров растительного происхождения/ А.М. Семушев // Кооперация в системе общественного воспроизводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Саранск, 9-10 апр. 2013 г.) в 2 ч. – Саранск: Принт-Издат, 2013. – Ч. 2. – С. 221-223.

168. Евстафьева, Е.В. Содержание тяжелых металлов в почвах селитебных территорий республики Крым / Е.В. Евстафьева, А.М. Богданова,

Т.М.Минкина и др. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – № 10. – С. 19-29.

169. Список химикатов – потенциальных виновников аутизма [Электронный ресурс] // Компьюлента [Интернет-портал]. 26.04.2012 г. URL: <http://compulenta.computerra.ru/archive/biotechnology/675927/> (дата обращения: 11.06.2014).

170. Степкин, Ю. И. Оценка риска здоровью населения Воронежской области при воздействии контаминантов пищевых продуктов / Ю.И. Степкин, Н.П. Мамчик, А.В. Платунин и др. // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения : материалы 2-й Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь. 2011. – С. 288-290.

171. Стратегический подход к международному регулированию химических веществ. Материалы 59-й Сессии ВОЗ [Электронный ресурс] // ВОЗ [Офиц. сайт] URL: [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA59-REC1/r/Part-anex1-ru.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA59-REC1/r/Part-anex1-ru.pdf).

172. Судакова, Е.В. Многосредовой канцерогенный риск здоровью населения города Москвы / Е.В. Судакова // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – Т. 267. – № 6. – С. 13-16.

173. Сулейманова, Н.Д. Экологические аспекты злокачественных новообразований женских половых органов / Н.Д. Сулейманова // Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. – 2016. – Т. 18. – № 1. – С. 75-79.

174. Сульдина, Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм / Т.И. Сульдина // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 136-140. – URL: <https://journal-nutrition.ru/ru/article/view?id=35727>.

175. Суменко, В.В. Состояние здоровья у детей в зависимости от уровня и характера антропогенной нагрузки / В.В. Суменко, В.М. Боев, С.Е. Лебедькова и др. // Гигиена и санитария. – 2012. – № 3. – С. 35-37.

176. Суржиков, В.Д. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор неканцерогенного риска для здоровья населения / В.Д. Суржиков, Д.В. Суржиков, Р.А. Голиков // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С.47-49.
177. Тихомиров, Ю.П. Оценка риска факторов окружающей среды на здоровье населения в условиях крупного центра химической промышленности / Ю.П. Тихомиров // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 24-25.
178. Тищенко, Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха / Н.Ф. Тищенко. – М.: 1991. – 368 с.
179. ТР ТС 021/2011. Технический регламент таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» № 880 от 9 декабря 2011 г.
180. Трифонова, Т.А. Нитраты в пище и воде / Т.А. Трифанова, С.М. Чеснокова, О.Н. Рязанцев // Экология и жизнь. – 2009. – № 6. – С. 80-84.
181. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ.
182. Тулина, Л.М. Гигиеническая оценка содержания химических контаминантов в продуктах питания и оценка риска воздействия пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области / Л.М. Тулина, Н.Е. Вяльцина, Т.М. Макарова и др. Анализ риска здоровью. 2014. – № 1. – С. 49-56.
183. Тяжелые металлы в агроландшафтах Самарской области: монография/ Н.М. Троц, Н.В. Прохорова, В.Б. Троц [и др.]; Министерство сельского хозяйства РФ, Самарская гос. сельскохозяйственная акад. – Кинель: Самарская ГСХА, 2018. – 219 с.
184. Ульбрихт, К. Система контроля безопасности пищевой продукции в Европейском союзе и Евразийском экономическом союзе./ К. Ульбрихт, Н. Джаманкулов // Торговая политика. – 2016. – № 6 (2). – С. 41-84.
185. Федеральный закон от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». – М. – 2000. – 125 с.

186. Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». – М. – 2000. – 145 с.
187. Федеральный закон от 27.12.2000 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании». – М. – 2000. – 85 с.
188. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». – М. – 2002. – 179 с.
189. Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 26.12.2008 № 294-ФЗ.
190. Федоренко, Е.В. Правовые основы применения методологии анализа риска при обеспечении безопасности пищевой продукции в Евразийском экономическом союзе и Республике Беларусь. / Е.В. Федоренко // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3 (13). – С. 8-10.
191. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2003. – 288 с.
192. Халимов Э. М. Экологические и микробиологические аспекты повреждающего действия нефти и свойства почвы / Э. М. Халимов, С. В. Левин, В. С. Гузеев // Вестник Московского ун-та, серия: Почвоведение, 1996. – № 2. – С. 59-64.
193. Хамидулина, Ф. Эндокринные разрушители (Endocrine Disruptors). Современное состояние проблемы. [Электронный ресурс] / Ф. Хамидулина, Е Дорофеева // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека РФ [Офиц. сайт]. URL: <http://www.rpohv.ru/sec/control/?nick=20130523>.
194. Хамитова, Р.Я. Современные тенденции в области применения пестицидов / Р.Я. Хамитова, Т.Г. Мирсаитова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 93 (4). – С. 23-26.

195. Хотимченко, С.А. Безопасность пищевой продукции: новые проблемы и пути решений / С.А. Хотимченко, В.В. Бессонов, О.В. Багрянцев и др. // Медицина труда и экология человека. 2015. – № 4. – С. 7-14.

196. Химическое загрязнение поверхностных водоемов России/ В.В. Семенов, М.А. Перевозников, С.Г. Ивахнюк – СПб.: Нестор-История, 2014 – 254 с.

197. Химические и физические факторы урбанизированной среды обитания / Ю.А. Рахманин, В.М. Боев, В.Н. Аверьянов, В.Н. Дунаев. – Оренбург: ИПК Южный Урал, 2004. – 432 с.

198. Хлорпирифос повреждает детский мозг [Электронный ресурс] // Агро XXI. [Интернет-портал]. 31.10.2012 г. URL:<http://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/hlorpirifos-povrezhdaet-detskii-mozg.html>.

199. Чучалин, А.Г. Актуальные вопросы диагноза в пульмонологии/ А.Г. Чучалин // Терапевтический архив. – 2001. – № 8. – С. 28-33.

200. Швед, О.И. Гигиеническая оценка безопасности питания сельского населения региона в условиях технического регулирования пищевой продукции / О.И. Швед, Б.А. Баландович, Н.Ю.Поцелуев и др. // Бюллетень медицинской науки. – 2019. – № 2 (14). – С.20-23. – doi.org:10.31684/2541-8475.2019.2(14).20-23.

201. Швед, О.И. Гигиеническая оценка безопасности питания сельского населения региона в условиях технического регулирования пищевой продукции / О.И. Швед, Б.А. Баландович, Н.Ю.Поцелуев и др. Бюллетень медицинской науки. – 2019. – № 2 (14) – С. 23-26.

202. Щербо, А.П. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов республики Карелия и риска здоровью детского и подросткового населения / А.П. Щербо, А.В. Киселев, В.С. Масюк, и др. // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 7-12.

203. Щербо, А.П. Гигиенические вопросы обезвреживания бытовых отходов / А.П. Щербо. – Л.: 1990. – 225 с.

204. Экологические аспекты продовольственной безопасности: науч. изд./ Н.Н. Новиков и др.; [под общ. ред. Н.Т. Сорокина]; Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации и информатизации агрохим. обеспечения сел. хоз-ва (ФГБНУ ВНИМС) – Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2017. – 122 с.

205. Эндокринные разрушители вызывают бесплодие [Электронный ресурс] // Великая эпоха [Интернет-портал]. 07.06.2014 г. URL: <http://www.epochtimes.ru/endokrinnye-razrushiteli-vyzyvayut-besplodie-98919115/>.

206. Ягафарова, Г.Г. Особенности процесса активации аборигенной микрофлоры для очистки почвы от экотоксикантов/ Г.Г. Ягафарова, С.В. Леонтьева, А.Х. Сафаров, и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 11. – С. 205-207.

207. Al-Momani I.f. Trace elements in atmospheric precipitation at Northern Jordan measured by ICP-MS: acidity and possible sources/ I.f. Al-Momani // Atmos. Environ. – 2003. – V. 37. – N 32. – P. 4507-4515.

208. Argos M. Arsenic exposure from drinking water, and all-cause and chronic-disease mortalities in Bangladesh (HEALS): a prospective cohort study. / M. Argos, T. Kalra, PJ Rathouz et al. // The Lancet. – 2010. – V. 376 (9737). – P. 252-258.

209. Arsenic in Drinking Water. NRC. Washington: National Research Council, 1999. ISBN-0-309-06333-7.

210. ATSDR; Case studies in Environment Medicine. Nitrate/Nitrite Toxicity. P 9-11. Course: SS3054. Revision Date: January 2001 Original Date: October 1991 Expiration Date: January 2007.

211. Bartholomew, B. The pharmacology of dietary nitrate and the origin of urinary nitrate / B. Bartholomew Food Chem.Toxicol. 1984. – V. 22. – P. 789-795.

212. Bergin, M.S. Regional Atmospheric Pollution And Transboundary Air Qualitymanagement/ M.S. Bergin, J.J.West, T.J. Keating, A.G. Russell // Annu. Rev. Environ. Resour. – 2005. – Vol. 30. – P. 1-37.

213. Calderon Garsidueñas, L., San Juan Chavez, V., Vacaseidel Aceves, N.B., Calderon Sanchez, R., Masias Escobedo, E., Frias K., Giacometto M.,... and Felix Villarreal R. (2016). Chocolate, air pollution and neuroprotection of children: what tools of knowledge should be at hand for interventions? *Pharmacology boundaries*, 7 (AVG). DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fphar.2016.00232>.

214. Calori G. The contribution of megacities to regional sulfur pollution in Asia/ G.Calori, G. Carmichael, C.Eck et al.//*Atmos. Environ.* – 2003. – V. 37. – N 1. – P. 11-22.

215. Colbers, E.P.H., Hegger, C., Kortboyer, J.M. & Meulenbelt, J. (1996) A pilot study to investigate nitrate and nitrite kinetics in healthy volunteers with both normal and artificially increased gastric pH after sodium nitrate ingestion. Report No. 235802001 of the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, Netherlands, pp. 1-62.

216. Conclusiveness of toxicity data and double standards. Séralini G.E. et al. *Food Chem. Toxicol.* – 2014b. – V. 69. – P. 357-359.

217. Davoren M. Glyphosate-based herbicides and cancer risk: a post-IARC decision review of potential mechanisms, policy and avenues of research. /M.Davoren//*Carcinogenesis*.2018;8;39(10):1207-1215.doi: 0.1093/carcin/bgy105.

218. Donga R., Jiab Z., Lia S. Risk assessment and sources identification of soil heavy metals in a typical county of Chongqing Municipality, Southwest China // *Process Safety and Environmental Protection*. –2018. – V. 3. –P. 275-281.

219. Du, S. Accumulation of nitrate in vegetables and its possible implication to human health /S. Du, Y. Zhang, X. Lin // *Agr. Sci. Scina.* – 2007. – Vol. 6 (10). – P.1246-1255.

220. Dueva L.A. Sensitization to industrial chemical allergens in bronchial asthma in children in environmental pollution / L.A. Dueva, IuL. Mizernitskii // *Med. Tr. Prom. Ekol.* 1997. – N 2. – P. 41-45.

221. EC (European Commission). 1997. Opinion on nitrate and nitrite. Reports of the Scientific Committee for Food (SCF) 38 Series, 1-33. Available at URL: [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf\\_reports\\_38.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf_reports_38.pdf).



222. Ellen, G. Volatile N-nitrosamines, nitrate and nitrite in urine and saliva of healthy volunteers after administration of large amounts of nitrate / G. Ellen, P.L. Schuller, E. Bruijns et al. // IARC Sci.Publ.1982. – P. 365-378.

223. EPA-454/B-13-003. QA Handbook for Air Pollution Measurement Systems [Электронный ресурс] // Ambient Air Quality Monitoring Program. – May, 2013. – Vol. II. – 348 p. – URL: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf>.

224. EPA-454/R-13-007a. National Monitoring Programs Annual Report (UATMP, NATTS, CSATAM) [Электронный ресурс] // Eastern Research Group, Inc. Morrisville, NC 27560. – August 2013. – Vol. 1: Main. – 1203 p. – URL: <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/airtox/2011nmpreport.pdf>.

225. Evaluation of certain food additives and contaminants. Forty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives» // WHO Technical Report Series 859. – Geneva. – 1995. – P. 29-35.

226. Farzan SF. In utero and early life arsenic exposure in relation to long-term health and disease / SF. Farzan, MR Karagas, Y. Chen // Toxicol Appl Pharmacol. – 2013. – Vol. 272(2). – P. 384-90.

227. Flanagan, SV. Arsenic in tube well water in Bangladesh: health and economic impacts and implications for arsenic mitigation / SV. Flanagan, RB Johnston, Y Zheng // Bulletin of the World Health Organization. – 2012. – Vol. 90. – P. 839-846.

228. Global initiative for chronic obstructive disease. National Heart, Lung and Blood institute, NIH; and WHO, 2001. – 96 p.

229. General Product Safety. Directive (GPSD) 2001/95/EC [Электронный ресурс] // European Commission. Available at: [https://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonisedstandards/general-product-safety\\_en](https://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonisedstandards/general-product-safety_en).

230. Griesenbeck, J. S. Development of estimates of dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines for use with the short willet food frequency

questionnaire/ J. S Griesenbeck, M. D Steck, Jr J. Huber et al. //Nutrition Journal. – 2009. – Vol 8:16. – 19 p. – [http:// www.nutritionj.com/content/8/1/16](http://www.nutritionj.com/content/8/1/16).

231. Grosser Z.A., Ryan J.F. Overview of environmental analytical methods. // Instrumentation Solutions. – 1991. – N 3. – P. 16-21.

232. Guidance of the scientific committee on a request from EFSA related to uncertainties in dietary exposure assessment // EFSA J. – 2006. – Vol. 438. – P.1-54.

233. Guo, K.X. Nitrate contents in autumn vegetables and assessment of nitrate intake in Shanghai/ K.X. Guo, C.X. Yao, Y. Chen et al. // Huang Jing Ke Xue. – 2011. – Vol. 32 (4). – P. 1177-1181.

234. Habermeyer, M. Nitrate and nitrite in the diet: how to assess their benefit and risk for human health / M. Habermeyer, A. Roth, S. Guth et al. // Molecular Nutrition and Food Research. – 2015. – Vol. 59(1). – P. 106-128.

235. Hammond, B., Nemeth, M., Results of a 13 week safety assurance study with rats fed grain from glyphosate tolerant corn. /B. Hammond, R. Dudek, J. Lemen // Food Chem.Toxicol. – 2004. – Vol. 42. – P. 1003-1014.

236. Harper's biochemistry // Editors Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W. Twenty-fifth edition. – USA. – Appleton&Lange. – 2000. – 926 p.

237. Hayes, A.W. Editor in Chief of Food and Chemical Toxicology answers questions on retraction./ A.W. Hayes // Food Chem. Toxicol. – 2014. – Vol. 65. – P. 394-395.

238. Hayes, A.W., 2014b. Retraction notice to “Long term toxicity of a Roundup herbicideand a Roundup-tolerant genetically modified maize”./ A.W. Hayes // Food Chem. Toxicol. – Vol. 63. – P. 242-244.

239. Hayes, A.W. Editor in Chief of Food and Chemical Toxicology answers questions on retraction / A.W. Hayes // Food Chem. Toxicol. 2014a. – Vol. 63. – P. 396-398.

240. Hayes, A.W. Retraction notice to “Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize”/ A.W. Hayes // *Food Chem. Toxicol.* – 2014b. – Vol. 63. – P. 246.

241. Hjortenkrans D. New Metal Emission Patterns in Road Traffic/ D. Hjortenkrans, B. Bergbäck., A. Häggerud // *Environmental Monitoring and Assessment.* – 2006. – Vol. 117. – P. 85-98.

242. Huber, J.C. Cite this article as: Huber et al.: Maternal dietary intake of nitrates, nitrites and nitrosamines and selected birth defects in offspring: a casecontrol study / J.C. Huber, J.D. Brender, Q. Zheng et al. // *Nutrition Journal.* 2013. – Vol. 21(12:34). – P. 1-10.

243. Huber, J.C., / J.C. Huber, J.D. Brender, Q. Zheng et al.// *Nutrients.* 2013; Mar 21P. 12-34. doi: 10.1186/1475-2891-12-34.

244. H. Duffus. „Heavy metals“ a meaningless term? (IUPAC Technical Report) // *Pure and Applied Chemistry.* – 2002. – Vol. 74. – P. 793-807.

245. Kingsley, CP. Potential Health Risk from Heavy Metals via Consumption of Leafy Vegetables in the Vicinity of Warri Refining and Petrochemical Company, Delta State, Nigeria. / CP Kingsley, NH. Uchenna // *Annals of Biological Sciences.* – 2018. – Vol. 6(2). – P. 30-37. DOI:10.21767/2348-1927.1000119.

246. Lundberg, J.O. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. / J.O. Lundberg, E.Weitzberg, M.T. // *Gladwin Nature Reviews Drug Discovery.* – 2008. – Vol. 7. – P. 156-167.

247. Lundberg, J.O. Nitrate, bacteria and human health. / J.O. Lundberg, E. Weitzberg, J.A. Cole // *Nat. Rev. Microbiol.* – 2004. – Vol. 2. – P. 593-602.

248. Mala, B.S. Global transport of anthropogenic contaminants and the consequences for the Arctic Marine ecosystem / B.S. Mala // *Mar. Pollut. Bull.* – 1999. – V. 38. – N 5. – P. 356-379.

249. Mesnage, R., B., Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. / R. Mesnage, B. Bernay, G.E. Seralini *Toxicology.* – 2013. – V. 313. – P. 122-128.

250. Meyer, H., Rat feeding studies with genetically modified maize – a comparative evaluation of applied methods and risk assessment standards. *Environ. Health Perspect.* / H. Meyer, A. Hilbeck // *Sci. Europe M.*, 2013. – V. 25. – P. 33-35. Mortureux, [http://www.criigen.org/SiteFr//images//anses\\_letter.pdf](http://www.criigen.org/SiteFr//images//anses_letter.pdf).

251. Mor, F. Nitrate and nitrite contents of some vegetables consumed in South Province of Turkey / F. Mor, F. Sahindokuyucu, N. Erdogan // *J. Anim. Vet. Adv.* – 2010. – Vol. 15. – P. 2013-2016.

252. Murray C.J.L. Evidence-based health policy-lessons from the global burden of disease study / C.J.L. Murray, A.D. Lopez // *Science*. – 2001. – N 274 (5288). – P. 740-743.

253. Nitrate and nitrite in the diet: how to assess their benefit and risk for human health / M. Habermeyer, A. Roth, S. Guth, G. Eisenbrand, P. Diel [et al.] // *Molecular Nutrition and Food Research*. – 2015. – Vol. 59. – N 1. – P.106-128.

254. Nitrate in vegetables. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain // *The EFSA Journal*. – 2008. – Vol. 689. – P. 1-79.

255. Pistolesi, M., Imaging techniques in treatment algorithms of pulmonary embolism / M. Pistolesi, M. Miniati // *Eur. Respir. J.* 2002. – Vol. 19. – N 35. – P. 28-39.

256. Poole, P.J. Preventing exacerbations of chronic bronchitis and COPD: therapeutic potential of mucolytic agents / P.J. Poole, P.N. Black // *Am. J. Respir. Med.* – 2003. – Vol. 5. – N 2. – P. 367-370.

257. Poortmans, J.R. Nitrate supplementation and human exercise performance: too much of a good thing? / J.R. Poortmans, A. Carpentier, B. Gualano // *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. – 2015. – Vol. 18. – N 6. – P. 599-604. – DOI: 10.1097/MCO.0000000000000222.

258. Popov T.A. Air pollution and asthma // *Rom. Arch. Microbiol, and Immunol.* – 2002. – Vol. 61. – N 1-2. – P. 15-17.

259. Porfiryev, B. N. Environmental Hazard Assessment and Forecast of Economic Damage from Industrial Accidents / B. N. Porfiryev, A.S. Tulupov // *Studies on Russian Economic Development*. – 2017. – N 6. – P. 600-607.

260. Portier, C. Inconclusive findings: now you seethem, now you don't! / C. Portier, L. Goldman, B. Goldstein // *Environ Health Perspect* 2014. – 122 p.

261. Potoglou, D. Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: predictive mapping with an application to Hamilton, Canada/ D. Potoglou, P. Kanaroglou // *Transportation Research Part D*. – 2005. – Vol. 10. – P. 97-109.

262. Quansah, R, Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infant mortality: a systematic review and meta-analysis / R. Quansah, FA. Armah, DK. Esumang et al. // *Environ Health Perspect*. – 2015. – Vol. 123(5). – P. 412-21.

263. Ravenscroft, P. Arsenic Pollution: A Global Synthesis. / P. Ravenscroft, H. Brammer, K. Richards // *Wiley-Blackwell*; 2009.

264. Risk assessment and interpretation of heavy metal contaminated soils on an urban brownfield site in New York metropolitan area / Y. Qian, F. Gallagher, Y. Deng, M. Wu, H. Feng // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2017. – V. 24. – P. 23549-23558.

265. Richard, S., Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N., Seralini, G.E., 2005. Differentialeffects of glyphosate and roundup on human placental cells and aromatase. *Environ Health Perspect*. Y. Qian, 113, 716-720.

266. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity content, intake and EC regulation // *J. Food Agric*. – 2006. – Vol. 86. – P.10-17.

267. Saugata Datta, Andrew W. Neal , T. Jade Mohajerin , Troy Ocheltree, Brad E. Rosenheim , Christopher D. White, Karen H. Johannesson Perennial ponds are not an important source of water or dissolved organic matter to groundwaters with high arsenic concentrations in West Bengal, India «*Geophysical Research Letters*», 2011. October – Vol. 38. – Issue 20. – P. 1-5. – <http://dx.doi.org/10.1029/2011GL049301>

268. Seralini, G.E., Clair, E., Mesnage, R., Gress, S., Defarge, N., Malatesta, M., Hennequin, D., de Vendomois, J.S., 2012. Retracted “Long term toxicity of a Roundupherbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize [Food Chem.Toxicol. 50, 4221-4231]. *Food Chem. Toxicol.* (4263), 4244.

269. Seralini, G.E., Mesnage, R., Defarge, N., Gress, S., Hennequin, D., Clair, E., Malatesta, M., de Vendomois, J.S., Answers to critics: why there is a long term toxicity due to NK603 roundup-tolerant genetically modified maize and to a Roundup herbicide. *Food Chem. Toxicol.* 2013. Vol. 53, 461-468. 358 Correspondence / *Food and Chemical Toxicology* 69 (2014) 357-359.

270. Seralini, G.E., Clair, E., Mesnage, R., Gress, S., Defarge, N., Malatesta, M., Hennequin, D., de Vendomois, J.S., 2014. Retraction notice to “Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize” [*Food Chem. Toxicol.* Vol. 50 (2012) 4221-4231]. *Food Chem. Toxicol.* 63, 244.

271. Sobukola, O.P. Heavy metal levels of some fruits and leafy vegetables from selected markets in Lagos, Nigeria. / O.P. Sobukola, O.M. Adeniran, A.A. Odedairo et al. // *African Journal of Food Science.* – 2010. – Vol. 4. – P. 389-392.

272. Song, D., D., Jiang D., et al. Integrated Health Risk Assessment of Heavy Metals in Suxian County, South China / D. Song, D. Zhuang, D. // *Int J Environ Res Public Health.* – 2015. – Vol. 12(7). – P. 7100-7117. – DOI: 10.3390/ijerph120707100.

273. Song, P., L. Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis. / P. Song, L. Wu, W Dietary // *Nutrients.* – 2015. – Vol. 7(12). – P.9872-9895. – doi:10.3390/nu7125505.

274. Spiegelhalder, B. Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds / B. Spiegelhalder, G. Eisenbrand, R. Preussmann // *Food Cosmet. Toxicol.* – 1976. – Vol. 14. – P. 545-548.

275. Spiroux de Vendômois, J., D., Seralini, G.E., 2009. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. / J. Spiroux de Vendômois, F. Roullier, D. Cellier // *Int. J. Biol. Sci.* 2009. – Vol. 5. – P. 706-726.

276. Tinkov, A. A. Cadmium and atherosclerosis: A review of toxicological mechanisms and a meta-analysis of epidemiologic studies / A.A. Tinkov, T. Filippini, O. P. Ajsuvakova et al. // *Journal Title: Environmental*

Research. – 2018. – Vol. 162. – P. 240-260. –  
<https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2018.01.008>.

277. Tolins, M. The developmental neurotoxicity of arsenic: cognitive and behavioral consequences of early life exposure / M. Tolins, M. Ruchirawat, P. Landrigan // *Ann Glob Health*. – 2014. – Vol. 80(4). – P. 303-314.

278. Trace metal contamination in urban soils of China / X.S. Luo, S.Yu, Y.G. Zhu, X.D. Li // *Science of the Total Environment*. – 2012. – V. 421-422. – P. 17-30.

279. Turek, B. The fate of nitrates and nitrites in the organism. /B. Turek, D. Hlavsova, J. Tucek // *IARC Sci.Publ.* – 1980. – P. 625-632.

280. Vinas Casasola, M.J. Municipal distribution of the incidence of the most common tumours in an area with high cancer mortality / M.J. Vinas Casasola, P. Fernandez Navarro, M.L., Fajardo Rivas et al. // *Gac Sanit.* – 2017. – V. 31 (2). –P. 100-107. – DOI: 10.1016/j. gaceta.2016.10.009.

281. Walter J., Rogan. Brady and the committee on environmental health, and the committee on infectious diseases drinking water from private wells and risks to children / J. Walter, T. Michael // *Pediatrics*. – 2009. – V. 123. – P. 1123-1137.

282. Williams, A.L. Developmental and reproductive outcomes in humans and animals after glyphosate exposure: a critical analysis. / A.L., Williams, R.E. Watsonb, J.M. DeSesso// *J. Toxicol. Environ. Health. Pt B: Crit. Rev.* 2012. – V. 15 (1). – P. 39-96.

283. WHO FOOD ADDITIVES SERIES: 50 NITRATE (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds) First draft prepared by Dr G.J.A. Speijers Section Public Health of the Centre for Substances & Risk Assessment, National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, Netherlands and Professor P.A. van den Brandt Department of Epidemiology, Maastricht University, Maastricht, Netherlands.

284. Zarina, L. Ecological Geochemical Investigations of the Contents of Heavy Metals in the Snow Cover in the Saint-Petersburg Region with Application

of GIS Technologies / L. Zarina, S. Lebedev, E. Nesterov //International Journal of Chemical Engineering and Applications (IJCEA) 2011. – V. 2(2). – P. 117-120. <https://doi.org/10.7763/IJCEA.2011.V2.87>.

285. Zhang, M Long-term toxicity study ontransgenic rice with Cry1Ac and sck genes. / M. Zhang, Q. Tian, Y. Piao, et al. //Food Chem. Toxicol. – 2014. – V. 63. – P. 76-83.