

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОРДОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЕВА»**

Факультет географический  
Кафедра экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой  
канд. геогр. наук  
д-р с.-х. наук, проф.  
\_\_\_\_\_ А. В. Каверин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

**ПЛАНИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ С УЧЁТОМ  
РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ г. НИКОЛЬСКА  
ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Автор бакалаврской работы Н. Д. Абрамов

Обозначение бакалаврской работы БР–02069964–050306–1–15

Направление 05.03.06 Экология и природопользование

Руководитель работы А. В. Каверин  
канд. геогр. наук, д-р с.-х. наук, проф.

Нормоконтролер А. В. Каверин  
канд. геогр. наук, д-р с.-х. наук, проф.

Саранск

2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОРДОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЕВА»

Факультет географический  
Кафедра экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой  
канд. геогр. наук,  
д-р с.-х. наук, проф.  
\_\_\_\_\_ А. В. Каверин  
(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студент: Абрамов Николай Дмитриевич

1 Тема: Планирование природопользования с учетом радиационной обстановки на территории г. Никольска Пензенской области.

Утверждена приказом № 746-с от 07.02.2018г.

2 Срок представления работы к защите 27.06.2018 г.

3 Исходные данные для научного исследования: опубликованные литературные источники, научные статьи, интернет-источники, экспериментальные замеры гамма-излучения.

4 Содержание выпускной квалификационной работы:

4.1 Введение.

4.2 Теория и методология планирования природопользования в условиях антропогенного воздействия.

4.3 Геоэкологическая характеристика территории города Никольска.

4.4 Радиоэкологический анализ и рационализация природопользования на территории города Никольска.

4.5 Заключение.

#### 4.6 Список используемых источников.

Руководитель работы	_____20.01.18	А. В. Каверин
Задание принял к исполнению	_____20.01.18	А. В. Каверин

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 89 страниц, 10 рисунков, 6 таблиц, 22 использованных источников.

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ,  
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ПЛАНИРОВАНИЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, РАДИАЦИОННЫЙ ФОН, РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ,  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ.

Объектом исследования является территория города Никольска.

Предмет исследования – планирование природопользования для обеспечения радиационной безопасности жителей города.

Цель работы – на основе изученной радиационной обстановки на территории города Никольска разработать рекомендации по обеспечению экологической безопасности его жителей.

Методы исследования: литературный, картографический, метод полевой дозиметрии, геоинформационный.

Исходные материалы: учебники по радиоэкологии, электронный библиотечный фонд и энциклопедия, методические указания по проведению замеров гамма-излучения, научные статьи, ГОСТ 25645.108-84» и санитарно-гигиенических федеральные нормы и правила.

В процессе работы выполнены следующие исследования и разработки:

- изучены теоретические и методологические аспекты геоэкологического анализа радиационного загрязнения территории для планирования природопользования;
- дана геоэкологическая характеристика города Никольска;
- проведены замеры уровня гамма-излучения на территории города и выполнен анализ радиационной обстановки в различных функциональных зонах города Никольска с построением картосхемы.

Степень внедрения – частичная.

Область применения – организации, связанные с градостроительством и планированием природопользования, а так же организации, занятые в сфере сельского хозяйства, географические факультеты ВУЗов.

Эффективность – повышение радиозэкологической безопасности населения путём планирования хозяйственного использования территории.

Элементами научной новизны полученных результатов являются:

- картосхема «Распределение уровня гамма-излучения на территории Никольска» на основе проведённых замеров;

- рекомендации по планированию хозяйственного использования территории г. Никольска и по обеспечению радиозэкологической безопасности для проживания населения.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Теория и методология планирования природопользования в условиях антропогенного воздействия	10
1.1 Теоретические аспекты планирования природопользования	10
1.2 Виды антропогенного воздействия и рационализация природопользования	14
1.3 Теоретические аспекты изучения радиационного загрязнения городских территорий	17
1.4 Методологические основы геоэкологического анализа радиационного загрязнения городской среды	28
2 Геоэкологическая характеристика территории города Никольска	35
2.1 Природные условия	35
2.2 Социально-экономическая характеристика	43
2.3 Система функционального и градостроительного зонирования	46
2.4 Крупное промышленное производство как основной источник антропогенного воздействия на городскую среду	53
3 Радиоэкологический анализ и экологические проблемы на территории города Никольска	61
3.1 Оценка экологического состояния	61
3.2 Анализ радиационной обстановки	62
4 Рекомендации по планированию природопользования на территории г. Никольска	68
4.1 Обеспечение радиоэкологической безопасности для проживания населения	68
4.2 Обеспечение радиационной безопасности при сельскохозяйственном использовании территории	69
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	87

## ВВЕДЕНИЕ

Радиационное воздействие наносит необратимый вред здоровью живых организмов, в том числе и человеческому организму. Вследствие проживания на территории с повышенным радиационным фоном у населения отмечается повышение заболеваемости и в целом уменьшение средней продолжительности жизни. Радионуклиды влияют на здоровье человека как прямо (повышенный радиационный фон территории), так и косвенно (попадая в организм с пищей), посредством поглощения их из почвы растительными сельскохозяйственными и кормовыми культурами, впоследствии попадая в организм человека с растительной пищей или с продуктами животноводства. Такое перемещение по пищевым цепям, латеральным и дифференциальным геохимическим связям возможно благодаря чрезвычайно высокой подвижности радионуклидов. Из экологической теории известно, что при этом действует правило биологического усиления, согласно которому концентрация радиоактивных веществ при переходе их с низших звеньев пищевой цепи на последующие повышается на порядок и выше.

**Актуальность темы** заключается в подтверждении правильности снятия с территории Никольского района статуса «территориям радиоактивного загрязнения», определенного Законом РСФСР «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», согласно приложению № 1. А так же определяется необходимостью планирования хозяйственного использования территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, для обеспечения радиозэкологической безопасности населения.

В данной работе измерялась мощность дозы гамма-излучения, которое представляет собой электромагнитное излучение высокой энергии и обладает наибольшей проникающей способностью. Защита от внешнего гамма-излучения представляет наибольшие проблемы.

Радиационные осадки вследствие аварии на ЧАЭС распространились на огромные территории, в то числе достигли и территории Никольского района посредством атмосферного переноса, после чего произошло их выпадение. Преобладающими радионуклидами на территории выпадения являются: цезий-137, стронций-90 и калий-40.

Образование радиоактивных пятен связано с самоочищением загрязнённой атмосферы, которое происходило тремя путями: сухим гравитационным осаждением, осаждением с атмосферными осадками и искусственным осаждением радиоактивных частиц высокоактивными аэрозолями.

**Объектом** исследования является территория города Никольска.

**Предмет** исследования – планирование природопользования для обеспечения радиационной безопасности жителей города.

**Цель** исследования – на основе изученной радиационной обстановки на территории города Никольска разработать рекомендации по обеспечению экологической безопасности его жителей.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- рассмотреть теоретические аспекты планирования природопользования в условиях антропогенного воздействия и радиационного загрязнения территории;
- изучить методологические подходы рационализации природопользования и методы оценки заражения территории радиацией;
- дать геоэкологическую характеристику природных комплексов города, социально-экономическую характеристику;
- инструментальным методом измерить уровень радиации на территории города и выявить закономерности её распространения;
- разработать рекомендации по планированию хозяйственного использования территории г. Никольска с учётом оценки радиационного загрязнения территории.

Бакалаврская работа включает реферат, содержание, введение, 4 главы, заключение и список использованных источников.



В первой главе рассматриваются теоретические аспекты планирования природопользования и изучения радиационного загрязнения городских территорий, классификация видов антропогенного воздействия, методологические основы геоэкологического анализа радиационного загрязнения.

Во второй главе даётся геоэкологическая характеристика территории города Никольска, анализируются природные условия, социально-экономическая структура, системы функционального и градостроительного зонирования, так же проводится оценка влияния наиболее крупного промышленного производства как основного источника антропогенного воздействия.

В третьей главе описываются этапы измерения экспозиционной дозы гамма-излучения и методика радиоэкологической оценки на территории города Никольска. Даётся анализ радиационной загрязнённости территории на основе построенной картосхемы распределения уровня гамма-излучения.

В четвертой главе проводятся рекомендации по планированию хозяйственного использования территории г. Никольска с учётом оценки радиационного загрязнения территории.

В заключении дается анализ исследования, и формулируются выводы.

Для написания работы были использованы следующие **методы** исследований: литературный, картографический (обобщение, сравнение, наблюдение), метод полевой дозиметрии, геоинформационный.

Теоретической и методической основой послужили учебники по радиоэкологии, электронный библиотечный фонд и энциклопедия, методические указания по проведению замеров гамма-излучения, научные статьи, ГОСТ 25645.108-84 «Излучение рентгеновское и гамма-излучение космические. Термины и определения» и санитарно-гигиенических федеральные нормы и правила, таких как НРБ - 99/2009, ОСПОРБ - 99/2010.

# **1 Теория и методология планирования природопользования в условиях антропогенного воздействия**

## **1.1 Теоретические аспекты планирования природопользования**

В комплексе мер по обеспечению рационального использования природных ресурсов и охраны ОС важное место отведено научно обоснованному планированию взаимодействия природы и общества. Планирование призвано обеспечивать разработку и реализацию программы рационального использования природных ресурсов и охраны ОС.

Согласно Н.Ф. Реймерсу, природопользование имеет несколько определений, одно из которых гласит что: “Природопользование это совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению”. Другое определение характеризует ПП как совокупность производственных сил, производственных отношений и соответствующих организационно-экономических форм и учреждений, связанных с первичным присвоением, использованием и воспроизводством человеком объектов окружающей его природной среды для удовлетворения потребностей [16].

Собственно планирование природопользования – это расчёт, разработка и установление форм, методов и ограничений использования природных ресурсов (в том числе среды жизни) [16].

Исходя из определения, следует, что дальнейшее повышение экономической эффективности общественного производства и рост материального и культурного уровней жизни народа непосредственно связаны с рациональным, экономным использованием минеральных, земельных, водных ресурсов, растительного и животного мира, с обеспечением равновесия в природной среде. Природные ресурсы являются одним из важнейших факторов производства и экономического развития страны. Экономический потенциал страны в значительной мере определяется наличием и уровнем использования природных ресурсов и охраны ОС.

Природные ресурсы наравне с трудовыми, материальными и финансовыми требуют экономного и рационального использования и

включаются в систему экономического и социального планирования развития предприятий, регионов и народного хозяйства в целом.

Система планирования рационального природопользования базируется на общеметодологических положениях планирования экономического и социального развития национального хозяйства страны. Важнейшей задачей планирования природопользования является разработка научно обоснованных путей и направлений рационального использования природных ресурсов, обеспечения равновесия в природной среде.

Научные основы планирования природопользования предусматривают постоянное совершенствование методологии планирования воспроизводства, рационального пользования и охраны природных ресурсов, исходя из общих задач развития народного хозяйства, уровня научно-технического прогресса и действия экономических законов развития общества. Методология планирования природопользования включает совокупность целей и задач, принципов и методов, систему показателей, виды планов, базу информации и нормативы, методы расчета показателей. Основная цель планирования природопользования – обеспечение рационального и экономного использования природных ресурсов и равновесия в природной среде в условиях роста эффективности производства.

Принципы планирования рационального природопользования формируются, исходя из требований объективных законов и действующего хозяйственного механизма. Существуют основные принципы планирования рационального природопользования в условиях рыночной экономики и наличия различных форм собственности.

Принцип научности – объективность, системность, оптимальность, комплексность и целенаправленность планов. Планы и программы рационального ПП разрабатываются на основе современной достоверной, объективной информации и всестороннего учета действия экономических законов. При этом используются научно обоснованные нормы и нормативы,

современные методы обоснования и оптимизации плановых решений и экономического стимулирования рационального природопользования.

Принцип единства интересов общества, коллективов предприятий и индивида заключается в учете и реализации интересов территориального, отраслевого и народнохозяйственного развития на предприятиях, в регионах и стране в целом. Народнохозяйственные и отраслевые интересы должны быть согласованы с интересами трудовых коллективов и населения региона.

Принцип непрерывности планирования и прогнозирования природоохранной деятельности состоит в разработке текущих планов и долгосрочных прогнозов, взаимоувязанных и отражающих условия развития производства и состояние использования природных ресурсов и ОС.

Система планирования природопользования включает в себя прогнозирование и оперативное регулирование. Прогнозирование заключается в разработке долгосрочных прогнозов состояния, использования, воспроизводства и охраны природных ресурсов и окружающей среды. Главная функция прогнозирования в системе планирования – формирование научных предпосылок принятия плановых управленческих решений. Прогнозирование способствует повышению научной обоснованности планов.

Перспективные планы отражают темпы, пропорции и структуру потребления природных ресурсов, и состояние ОС в масштабе отдельного предприятия, отрасли, региона и национального хозяйства в целом. В них находят отражение балансы различных видов природных ресурсов, разрабатываются пути улучшения их использования, воспроизводства, выявления приоритетных направлений развития научно-технического прогресса, направленные на снижение потребления природных ресурсов на производство единицы продукции и обеспечение высокого качества ОС.

При планировании природопользования используются различные методы: балансовый, нормативный, аналитический, программно-целевой, экономико-математического моделирования и экспертных оценок.

Балансовый метод планирования заключается в согласовании потребностей в природных ресурсах с их наличием на предприятии, в регионе, республике, стране; количества отходов и вредных веществ с наличием трудовых, материальных и финансовых ресурсов для их утилизации, складирования, захоронения и т.п. Этот метод позволяет увязать воедино имеющиеся ресурсы – трудовые, материальные, финансовые и природные – с потребностями в них для обеспечения рационального природопользования и надлежащего качества окружающей среды. Потребность в ресурсах определяется на основе научно обоснованных норм расхода.

Нормативный метод планирования основан на применении научно обоснованных прогрессивных норм и нормативов, отражающих достижения научно-технического прогресса и передовых методов организации труда.

Аналитический метод планирования основывается на проведении технико-экономического анализа эффективности использования ресурсов и состояния ОС, выявлении неоправданных затрат и потерь природных ресурсов, сверхнормативного загрязнения ОС и разработке мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране ОС.

Программно-целевой метод заключается в определении главных направлений для достижения наибольших народно-хозяйственных результатов и концентрации ресурсов и усилий на их решение в определенные сроки. Каждая комплексная программа при этом методе – увязанный по ресурсам, исполнителям и срокам выполнения комплекс производственных, научно-исследовательских и организационно-хозяйственных мероприятий, обеспечивающих достижение поставленных целей.

Метод экономико-математического моделирования, который называют также методом оптимального планирования, заключается в разработке множества вариантов природоохранной деятельности и выборе из них наилучшего, позволяющего получить необходимый результат с наименьшими затратами ресурсов. Расчеты выполняются с применением ЭВМ.

Метод экспертных оценок используют на стадиях разработки проектных решений рационального природопользования в условиях недостаточной информации о конечных результатах. Он базируется на использовании опыта других предприятий, аналогичных проектов, укрупненных норм и нормативов с учетом современных требований науки и практики.

С целью обеспечения наибольшей достоверности и обоснованности плановых заданий в практике планирования охраны природы и рационального использования природных ресурсов применяют одновременно несколько из вышеперечисленных методов. Это позволяет всесторонне обосновать экологическую, экономическую и социальную эффективность реализации природоохранных мероприятий.

Важное место в планировании природопользования занимает анализ состояния природной среды и использования природных ресурсов. В результате анализа не только устанавливают уровень использования природных ресурсов, но и выявляют имеющиеся резервы дальнейшего улучшения состояния природной среды и улучшения использования природных ресурсов. Технико-экономический анализ состояния природопользования позволяет повысить экономическую эффективность плановых решений, выявить имеющиеся резервы снижения необходимых затрат на достижение нормативного качества природной среды и более рациональное использование природных ресурсов.

## **1.2 Виды антропогенного воздействия и рационализация природопользования**

Под антропогенными воздействиями понимают деятельность, связанную с реализацией экономических, социальных и иных интересов, вносящую физические, химические и биологические изменения в ОС.

По А. Н. Тетиору все антропогенные воздействия делятся на [20]:

- загрязнения (внесение в среду веществ, микроорганизмов, энергий, нехарактерных для нее, или превышение естественного уровня этих агентов);
- техногенные преобразования и разрушение природных систем и ландшафтов в процессе строительства, добычи полезных ископаемых и т.д.;
- истощение природных ресурсов;
- глобальные климатические, связанные с деятельностью человека;
- эстетические воздействия (изменения природных форм, неблагоприятные для визуального восприятия).

Наиболее опасный и распространенный вид негативного антропогенного воздействия на конкретные экосистемы и биосферу в целом – загрязнение.

Загрязнение природной среды – это поступление в природную среду совершенно новых или известных (твердых, жидких, газообразных) веществ, биологических агентов, различных видов энергии в количествах и концентрациях, превышающих естественный для живых организмов уровень.

Загрязнение может быть интерпретировано как образование отходов: первичных (непосредственных "остатков" неиспользованного продукта биосферы) и вторичных (загрязнения). К вторичным отходам относятся синтезированные человеком, но чуждые природным системам вещества.

Существует несколько подходов к классификации загрязнений окружающей среды: по происхождению, по продолжительности и масштабу, по источникам и видам, а так же по объекту воздействия.

По происхождению различают природное и антропогенное загрязнение.

Антропогенное загрязнение – любое загрязнение, вызванное деятельностью человека. По объектам загрязнения различают: загрязнение вод, атмосферы, почвы, ландшафта.

По продолжительности и масштабу распространения выделяют загрязнение временное и постоянное; локальное, региональное, трансграничное и глобальное.

По источникам и видам загрязнителей различают физическое, химическое, биологическое, биотическое, механическое загрязнения.

Физическое загрязнение проявляется в отклонениях от нормы температурно-энергетических, волновых, радиационных и других физических свойств ОС. Этот вид загрязнения представлен в различных формах, а именно:

– тепловое загрязнение характеризуется периодическим или длительным повышением температуры среды выше естественного уровня. Характерно для воздушной и водной сред (в результате выбросов (сбросов) нагретых газов и отработанных вод);

– световое загрязнение связано с превышением уровня естественной освещенности за счет использования источников искусственного освещения. Характерно для больших городов, агломераций. Эта форма самостоятельно или в сочетании с другими формами загрязнения способна приводить к аномалиям в развитии живых организмов, стать причиной их миграции;

– шумовое загрязнение характеризуется превышением уровня естественного шумового фона. Основным его источник – технические устройства, транспорт и т.п. Особенно характерно для городов, окрестностей аэродромов, промышленных объектов. Даже невысокое, но продолжительное шумовое загрязнение природных экосистем ведет к их изменению;

– радиоактивное загрязнение связано с превышением естественного радиационного фона и уровня содержания в природной среде радиоактивных элементов и веществ. Относится к числу особо опасных загрязнений для биологических организмов вследствие негативного влияния повышенных доз радиации на генетический аппарат и биологические структуры организмов;

– электромагнитное загрязнение – форма физического загрязнения ОС, связанная с изменением ее естественных электромагнитных свойств. Основные источники – линии электропередач, теле- и радиоустановки и пр. Относится к особо опасным загрязнениям, поскольку способно индуцировать нарушения в тонких биологических структурах живых организмов. Кроме того, приводит к геофизическим аномалиям.

Химическое загрязнение ОС формируется в результате изменения ее естественных химических свойств или при поступлении в среду



ксенобиотиков, а также в концентрациях, превышающих фоновые. Среди химических веществ особое место занимают вещества 1-го класса опасности, для которых установлены минимальные значения присутствия в ОС. Сам факт наличия этих веществ, обладающих способностью накапливаться в живом организме, требует особого внимания. К ним относятся: ванадий, кобальт, никель, цинк, хром, ртуть и др. тяжелые металлы, металлоорганические соединения, цианистые соединения, пестициды, радиоактивные элементы.

Биологическое загрязнение – это привнесение в экосистемы нехарактерных для них видов живых организмов, нарушающих существования естественных биоценозов или негативно влияющих на здоровье человека и его хозяйственную деятельность.

Механическое загрязнение – это загрязнение окружающей среды относительно инертными в физико-химическом отношении бытовыми и производственными отходами.

Выделяется природопользование рациональное и нерациональное в зависимости от последствий хозяйственной деятельности человека.

Рациональное природопользование – хозяйственная деятельность человека, при которой экономно используются природных ресурсы и условия, проводится деятельность по их охране и воспроизводству в интересах не только настоящих, но и будущих поколений человечества.

Нерациональное природопользование приводит к истощению (в тяжёлых случаях к потере) природных ресурсов, загрязнению ОС, нарушению экологического равновесия в природных системах, тем самым к экологическому катастрофе или кризису.

### **1.3 Теоретические основы изучения радиационного загрязнения территории городов**

Радиоактивное загрязнение относят к физическому загрязнению, т. е. привнесение в окружающую среду источника энергии, проявляющееся в

отклонении от нормы ее физических свойств. Физическая природа радиоактивности заключается в самопроизвольном превращении атомных ядер, приводящих к изменению их массового числа и возникновению в природе трёх типов ионизирующего излучения: альфа, бета и гамма. От типа излучения и его энергии зависит характер взаимодействия с веществом.

Термином «радиация» обозначается не только радиоактивное излучение, он так же применяется и в отношении ряда иных физических явлений, таких как: солнечная радиация, тепловая радиация и др. Для более точного указания и разграничения понятий используется термин «ионизирующее излучение». Под ионизирующим излучением понимается любое излучение, которое при взаимодействии со средой образует заряженные атомы и молекулы-ионы, в дальнейшем приводящие к ионизации среды. Ионизирующее излучение разделяется на два основных типа - корпускулярное и фотонное (таблица 1).

Таблица 1 – Виды ионизирующего излучения [2]

Корпускулярное		Фотонное	
Альфа-излучение	Поток, объединенных в единое целое двух протонов и двух нейтронов (ядро атома гелия)	Гамма-излучение	Возникает при изменении энергетического состояния атомных ядер (включая ядерный распад) или при столкновении (аннигиляции) частицы с античастицей
Бета-излучение	Поток электронов или позитронов		
Протонное излучение	Поток протонов (ядер водорода)		
Нейтронное излучение	Поток нейтронов	Рентгеновское излучение	Электромагнитное излучение с очень короткой длиной волны (0,006 – 1 нм.), является совокупностью тормозного и характеристического излучения.
Дейтронное излучение	Поток ядер изотопа водорода – дейтерия		
Потоки многозарядных ионов			
Продукты ядерных реакций деления			

Радиоактивным веществам и изотопам стабильных химических элементов, отличающихся массовым числом и неустойчивым состоянием атомов, присвоено понятие радионуклидов. В настоящее время количество известных науке радионуклидов превышает 1800. В зависимости от степени

устойчивости ядер среди радионуклидов выделяют короткоживущие (период полураспада менее 10 сут.) и долгоживущие (большой период полураспада), но точной границы между этими понятиями не существует [13].

Альфа-излучение – это не что иное, как поток положительно заряженных частиц с зарядом 2 и массой, равной 4, (по сути – ядра гелия). Это наименее опасный вид ионизирующего излучения, так как поглощается буквально любой средой, т.е. защитой от него служит даже простой лист бумаги.

Бета-излучение – это поток отрицательно заряженных электронов. Бета-излучение обладает большей проникающей способностью по сравнению с альфа-излучением. От внешнего бета-излучения нас защищает кожа, при отсутствии на ней повреждений. Однако при поступлении внутрь организма бета-активные радионуклиды испускают хорошо поглощаемые тканями организма бета-частицы. Разрушения организма, вызванные такими частицами, попавшими внутрь, значительно превосходят разрушения, возникающие в результате воздействия гамма-излучения.

Гамма-излучение представляет собой электромагнитное излучение высокой энергии и обладает наибольшей проникающей способностью. Защита от внешнего гамма-излучения представляет наибольшие проблемы.

Процесс радиоактивного распада сопровождается излучением одного или нескольких видов. В соответствии с тем, какой вид излучения характерен для радиоактивного распада данного изотопа, выделяют альфа-излучатели (например, большинство изотопов плутония), бета-излучатели (например, стронций-90) и гамма-активные изотопы (например, цезий-137),

Ионизирующее излучение имеет несколько источников происхождения.

Факт существования естественной радиации и до появления человека и даже до появления нашей планеты не подвергается сомнению. Радиоактивно всё, что нас окружает: почва, вода, растения и животные. Существует несколько путей попадания радионуклидов в организм человека (рисунок 1). Радионуклиды влияют на здоровье человека как прямо (повышенный радиационный фон территории), так и косвенно (попадая в организм с

пищей), посредством поглощения их из почвы растительными сельскохозяйственными и кормовыми культурами, впоследствии попадая в организм человека с растительной пищей или с продуктами животноводства. Такое перемещение по пищевым цепям, латеральным и дифференциальным геохимическим связям возможно благодаря чрезвычайно высокой подвижности радионуклидов.

Ввиду наличия калия-40 в теле человека природная (и неустраняемая) радиоактивность человеческого организма составляет 4 – 5 кБк в зависимости от массы тела. Это примерно 80 – 85 % всей радиоактивности организма. Оставшаяся часть обусловлена в основном изотопом  $^{14}\text{C}$ .



Рисунок 1 – Источники попадания радиации в организм человека [22]

Верхний предел допустимой мощности дозы – 0,5 мкЗв/час (50 мкР/ч).

Естественный радиационный фон на планете находится в диапазоне от 5 до 20 микрорентген в час ( $20 \text{ мкР/ч} = 0,20 \text{ мкЗв/ч}$ ) и зависит от конкретной территории и её геологического строения [19]. Среди специалистов такой уровень радиации считается не опасным для живых организмов, но это спорная точка зрения и немалая часть учёных склонны полагать, что наличие радиации приводит к раку и мутагенным изменениям в живом организме даже в небольших дозах. Естественный радиационный фон складывается из космического и земного излучения и изменить его не представляется

возможным, но нужно по возможности оградить себя от факторов, ведущих к серьёзному превышению допустимых нормативов [14].

Радионуклиды земного происхождения, например,  $^{40}\text{K}$ , радионуклиды семейств  $^{238}\text{U}$ , это легко окисляющиеся металлы, окислы которых обладают малой плотностью и находятся в земной коре в основном в виде окислов. Материнские и дочерние радионуклиды находятся вместе в равновесном состоянии покоя. Из других мест радионуклиды могут перемещаться самыми различными путями в результате физических, химических процессов, запускать которые может процесс радиоактивного распада. Почвенный покров содержит неорганический материал (частицы, коллоиды), почвенный раствор, почвенные газы, биогенные соединения и живые организмы. Во все компоненты почвы входят естественные радионуклиды.

Кроме естественных источников ионизирующего излучения существуют и многочисленные антропогенные, связанные с использованием атома для получения энергии. Также радионуклиды образуются в процессе деятельности предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Образующиеся на АЭС – продукты активации и продукты деления – и, на заводах по переработке выгоревшего ядерного топлива – кроме радионуклидов, характерных для выбросов и сбросов АЭС – а, также уран и радионуклиды трансурановых элементов – нептуний Np, плутоний Pu, америций Am, кюрий Cm и др.

Большинство из них распадается в течение нескольких минут, часов или суток. Однако опасность представляют радиоактивные вещества, попадающие в атмосферный воздух, оседающие и попадающие в почву, где происходит их концентрация, и откуда происходит их поступление за несколько лет в растения, что является основным путем попадания их в пищу человека и животных. Среди них значительную часть составляют  $^{85}\text{Kr}$  (период полураспада 10,6 лет),  $^3\text{H}$  (тритий) – 12,3 года, радиоактивный  $^{14}\text{C}$  (5730 лет) и целый ряд «долгоживущих» радионуклидов [23]. Так, при аварийных ситуациях, например при аварии на ЧАЭС, радионуклиды из почвенного покрова поступили в растения уже в следующем году. В почвенном покрове

происходит аккумуляция радионуклидов и их замедление; почва служит барьером в процессе поступления радиоактивных веществ в подземные воды. Интенсивность поглощения радионуклидов почвенным поглощающим комплексом (ППК) влияет на закрепление в поглощенном состоянии, их миграцию по профилю почвы и поступление в растения [6].

В результате реакции бета-распада  $^{241}\text{Pu}$  на радиоактивных территориях происходит образование  $^{241}\text{Am}$  (период полураспада 452 года) в количествах, равных выпавшему плутонию. В настоящее время доля  $^{241}\text{Am}$  в общей альфа-активности составляет 50%. По мнению белорусских экспертов [13], рост активности почв, загрязнённых трансурановыми изотопами, за счёт  $^{241}\text{Am}$  будет продолжаться до 2060 года. Даже через 100 лет после аварии на АЭС общая альфа-активность почвенного покрова на загрязнённых территориях будет в 2,4 раза выше, чем в начале послеаварийного периода. Снижение альфа-активности почвы в результате распада  $^{241}\text{Am}$ , выброшенного в результате аварии на ЧАЭС, ожидается к 2400 году [13].

В настоящее время  $^{85}\text{Kr}$  в атмосфере Земли в миллионы раз больше, чем было до начала ядерной эпохи. Над каждой АЭС стоят километровые столбы ионизированного воздуха. После 2025 года ожидается увеличение количества и силы смерчей и торнадо как результат увеличения электропроводимости атмосферы из-за насыщения её  $^{85}\text{Kr}$ . Также известно, что  $^{85}\text{Kr}$  поглощается жировыми тканями живых организмов и наносит вред, влияя на биофизические процессы в тканях животных [14].

В воздушной оболочке планеты имеются так же и газы с естественной радиоактивностью:  $\text{CO}_2$ , содержащий  $^{14}\text{C}$ , который возникает при воздействии космических лучей на атмосферный воздух; также примером служат элементы, образующиеся в результате распада урана, радий и радиоактивный газ радон, выделяющийся из недр планеты. В живые организмы радон попадает из атмосферы посредством ингаляции, а основное радиационное воздействие связано с элементами, образующимися в результате распада

радона. Так же значительное поступление радона в организм происходит с водой и в результате распада радия, попавшего в организм [2].

Радиоактивный  $^{14}\text{C}$ , как и тритий, неизбежно возникает на любой АЭС и не улавливается фильтрами. Он замещает обычный углерод в живом веществе, а при распаде разрушает живые клетки, и их генетический аппарат. В современном воздухе  $^{14}\text{C}$  почти на 30% больше, чем в доатомную эпоху.

Суммарная радиоактивность перечисленных газов в  $1\text{м}^3$  воздуха в миллион раз меньше, чем радиоактивность такого же количества почвы и материнской породы. Следовательно, в течение года около 95% населения планеты получает в среднем дозу облучения около 250 миллибэр или 2500 микро-зивертов, которая включает в себя и внешнее и внутреннее облучение. Доля внешнего облучения от космических лучей и поверхности Земли около 30%, а доля внутреннего облучения составляет до 70% общей годовой дозы облучения. Элементами внутреннего облучения являются: вдыхаемый радон (50%), изотопы калия-40 (9%), изотопы углерода-14 (9%), а также незначительные количества других радиоактивных элементов (2%). Остальные 5% населения Земли, проживающие в горных местностях, на территориях ториевых песков и около подземных ключей, где происходит выход радона или радия, получают дозу естественного радиоактивного облучения в 2-5 раз превышающую среднюю дозу. Именно такие местности расположены в Иране, Ираке, Индии, Нигерии, Бразилии, Мадагаскаре. Уровень естественного облучения там, в 80 раз превышает среднюю дозу [2].

Последствия облучения зависят от дозы, мощности ионизирующего излучения и от времени воздействия на организм.

Радиоактивность вещества оценивается количеством распадов в единицу времени, а скорость распада определяется величиной периода полураспада, а именно временем уменьшения вдвое активности радиоактивного элемента. Единицей измерения активности является беккерель – Бк. 1 Бк равен одному ядерному превращению в секунду. Внесистемная единица активности – кюри

(Ки) =  $3,7 \times 10^1$  Бк. Уровень ионизации оценивается экспозиционной дозой рентгеновского или гамма-излучения. [10].

Загрязнение радионуклидами и превышение естественного радиационного фона вследствие аварий АЭС присутствует в среде гораздо более продолжительное время, нежели при наземном ядерном взрыве, но обычно масштаб зараженной поверхности будет в десятки раз меньше, при условии небольшой высоты выброса. Однако небольшая высота аварийного выброса считалась очевидной до аварии ЧАЭС, но в процессе этой аварии первоначальная высота выброса достигла полутора километров, а продолжительность выброса составляла около 10 суток, причем динамика выброса имела сложную структуру по причине изменения направления атмосферных потоков, распространявших частицы радиоактивных веществ. Следствием этих факторов явились гигантские масштабы заражённых территорий и сложное распространение загрязнителей в пространстве [6].

Оседая на поверхность земли по направлению движения облака, продукты взрыва создали радиоактивный участок, называемый радиоактивным следом. Плотность заражения в районе взрыва и по следу движения радиоактивного облака убывает по мере удаления от центра взрыва. Форма следа может быть самой разнообразной, в зависимости от окружающих условий, направления движения воздушных масс и рельефа территории.

Ликвидация всех последствий Чернобыльской аварии невозможна. В данных условиях возможным решением представляется только адаптации и приспособление человечества и всей биосферы к постчернобыльским условиям и разработка эффективных средств для того, чтобы свести к минимуму последствия катастрофы для современного и будущих поколений.

Необходимо отметить, что большинство исследований, последовавших в первые годы после аварии на Чернобыльской АЭС, проведено на территориях с высокой плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$ . Данные исследования в настоящее время не совсем точно отражают ситуацию, складывающуюся в природных экосистемах с низким уровнем радиоактивного загрязнения.



Поэтому результаты данных работ без уточнения и дополнения не могут быть использованы при радиационном мониторинге территорий с минимальным уровнем загрязнения в отдалённый период после аварии на ЧАЭС [13].

Образование радиоактивных пятен связано с самоочищением загрязнённой атмосферы, которое происходило тремя путями: сухим гравитационным осаждением, осаждением с атмосферными осадками и искусственным осаждением радиочастиц высокоактивными аэрозолями.

Эффект воздействия ионизирующего воздействия на живые организмы имеет непосредственную связь с количеством поглощенной организмом энергии, а также зависит от распределения в пространстве, т.е. от линейной плотности ионизации. Существует такое понятие, как эквивалентная доза  $H$ , которая позволяет учитывать этот эффект, и определяется как произведение поглощенной дозы  $D$  и модифицирующего коэффициента качества  $K$ . Поглощенная доза – это количество энергии, полученное живым веществом в некотором элементарном объеме, переданном излучателем, поделённое на массу вещества в этом объеме. В качестве единицы измерения поглощенной дозы принят грей (Гр), эквивалент 1 Дж/кг. Внесистемной единицей является – рад, 1рад = 0,01Гр. В нормативах по радиационной безопасности НРБ 99/2009 выведен показатель, позволяющий оценить ионизирующее излучение – керма ( $K$ ). Он определяется как отношение математической совокупности начальных кинетических энергий всех заряженных ионизирующих частиц в определённом объеме вещества, к массе вещества в этом объеме. Единицы измерения аналогичные как и у поглощенной дозы – Грей, рад. [2].

Радионуклиды йода имеют способность мигрировать из-за повышенной летучести, сложности химического поведения, многообразия водорастворимых форм, низких коэффициентов сорбции по отношению к наиболее распространенным минералам и почвам. Является одним из незаменимых биогенных элементов, играющих важную роль в процессе обмена веществ. Среди других радионуклидов йода, выбрасываемых предприятиями ЯТЦ, к критическим относится  $^{131}\text{J}$  (в воздухе и воде) [2].

Среди радионуклидов - продуктов деления в выбросах и сбросах АЭС наиболее часто рассматривается  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$ , причем  $^{134}\text{Cs}$  по существу не является прямым продуктом деления. В реакторах на тепловых нейтронах он образуется в результате нейтронной активации стабильного изотопа  $^{133}\text{Cs}$ , который получается как конечный продукт цепочки распада. В глобальных выпадениях, в том числе чернобыльских,  $^{134}\text{Cs}$  уже нет из-за его относительно малого периода полураспада. В выбросах и сбросах заводов по переработке ядерного топлива его содержание может быть заметно выше, чем от АЭС.

Основным составляющим элементом клетки является углерод ( $^{14}\text{C}$ ), поэтому  $^{14}\text{C}$  накапливается в живых организмах и может оказывать поражающее действие, путем его вхождением в состав молекул белков, молекул ДНК и РНК. Проявляется эффект изменения химического состава молекул при распаде  $^{14}\text{C}$  – трансмутация (превращение) атомов углерода в атомы азота. Трансмутация углерода в молекуле ДНК приводит к необратимой генной мутации. Наряду с цитогенетическими изменениями, ионизирующие излучения вызывает гибель или поражения продуктивности отдельных соматических клеток и тканей организма, например, активно действующих тканей - кроветворной или гормональной системы [2].

Согласно исследованиям В.Ф. Журавлева [8] все радионуклиды по особенностям своего распределения в организме человека делятся на группы:

- остеотропные ( $^{35}\text{P}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $\text{U}$ ,  $\text{Pu}$  и др.);
- тканевые ретикулоэндотелиальные ( $^{140}\text{La}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ , и др.);
- избирательно-накапливающиеся (йод в щитовидной железе и т.д.);
- равномерно распределяющиеся ( $^3\text{H}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и т.д.).

Так, например, считается, что критическими органами для  $^{90}\text{Sr}$  являются кости, легкие и все тело, тогда как для  $^{137}\text{Cs} + ^{137}\text{Ba}$  – все тело, мышечная ткань, легкие, селезенка, кости, почки, желудочно-кишечный тракт, а для  $^{131}\text{I}$  – прежде всего щитовидная железа [8].

Доза внутреннего радиоактивного облучения, как всего организма, так и его отдельных органов и тканей, зависит и от физико-химических

характеристик инкорпорированных радионуклидов, которые определяют их всасываемость, распределение и выведение из организма.

Определение дозовых нагрузок на человека ведется по какой-либо выбранной модели путей облучения человека. Существует сравнительно большой набор моделей, учитывающий механизм поступления радионуклидов и множество других факторов. Имеются специальные рекомендации Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) по методам построения и использованию моделей радиационного воздействия на человека и их роли в оценке доз облучения

Все эти характеристики подробно освещены в научной справочной литературе «Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества» [2].

#### **1.4 Методологические основы геоэкологического анализа радиационного загрязнения территории**

На территории РФ функционирует единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки (ЕГАСМРО). Она выполняет функцию информационной поддержки деятельности органов государственной власти и управления всех уровней по обеспечению радиационной безопасности на территории страны.

Государственный мониторинг радиационной обстановки позволяет своевременно выявить динамику радиационной обстановки, провести анализ, построить модели и прогнозы; предотвратить возможные разрушительные последствия радиационного воздействия на граждан и природную среды.

Постановлением Правительства РФ от 10.07.2014 года № 639 «О государственном мониторинге радиационной обстановки на территории РФ» утверждены «Правила организации и ведения Единой государственной автоматизированной системы радиационного мониторинга на территории РФ и ее функциональных подсистем». Правила устанавливают порядок организации и ведения ЕГАСМРО и ее функциональных подсистем [7].

В рамках системы мониторинга и ее функциональных подсистем Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу ОС, а также федеральные органы исполнительной власти и Государственная корпорация «Росатом», осуществляющие государственное управление использованием атомной энергии, осуществляют государственный мониторинг радиационной обстановки на территории Российской Федерации в соответствии с их компетенцией, установленной законодательством Российской Федерации, и в порядке, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 6 июня 2013 г. № 477 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды».

Состав участников ЕГАСМРО составляют Федеральные органы исполнительной власти, ответственные за организацию мониторинга:

- Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). В рамках ЕГАСМРО на Росгидромет возложены функции по осуществлению государственного мониторинга радиационной обстановки на территории РФ в порядке, утвержденном постановлением Правительства РФ от 6 июня 2013 г. № 477 « Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды». Одновременно данным Постановлением Росгидромет определен координатором деятельности по ведению ЕГАСМРО и ее функциональных подсистем. Росгидромет обеспечивает выполнение работ по развитию и улучшению технического, организационного, нормативного и программного обеспечения для функционирования базовой территориальной подсистемы мониторинга радиационной обстановки на территории РФ.

- Министерство природных ресурсов и экологии РФ в целях совершенствования работы ЕГАСМРО Минприроды России устанавливает требования к сбору, обработке, хранению, предоставлению, распространению информации о радиационной обстановке, содержащейся в ЕГАСМРО и ее функциональных подсистемах, а так же к обмену этой информацией.

Важнейшей подсистемой ЕГАСМРО является базовая территориальная подсистема мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации, обеспечивающая мониторинг радиационной обстановки на территории всей страны.

В рамках данной подсистемы удалось добиться значительного повышения оперативности размещения актуальной информации о радиационной обстановке на территории России и подготовки рекомендаций по защите граждан на случай возникновения ЧС. Так же в рамках данной системы был создан сайт, на котором расположена интерактивная карта радиационной обстановки на территории РФ, на которой ежедневно отображаются актуальные замеры. Доступ к сайту осуществляется по ссылке <http://egasmro.ru/ru/> (рисунок 2).

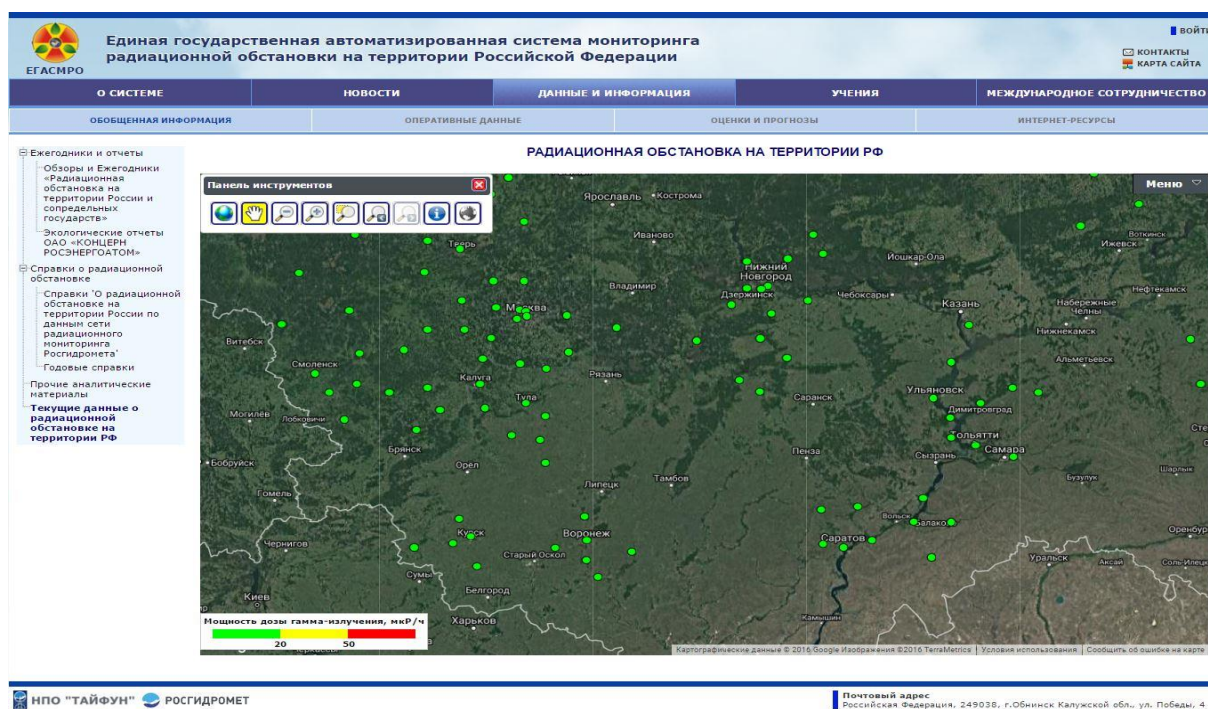


Рисунок 2 – Интерактивная карта радиационной обстановки в РФ [7]

В режиме реального времени в ГИАЦ поступают данные от Гидрометцентра РФ, результаты измерений метеорологических параметров, выполненных метеорологическими станциями Росгидромета, а также

результаты мониторинга радиационной обстановки от сети Росгидромета и ОАСКРО Госкорпорации «Росатом».

Государственная сеть радиационного мониторинга Росгидромета проводит наблюдения за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения на местности (МЭД) в населенных пунктах, производит отбор и последующий лабораторный анализ проб аэрозолей из приземной атмосферы, проб атмосферных выпадений в населенных пунктах.

Регистрация радиоактивного излучения производится по эффектам его воздействия на вещество. Основными методами регистрации являются [10]:

- фотографический метод, самый первый метод, который позволил А. Беккерелю открыть явление радиоактивности. Основан на воздействии радиоактивного излучения на фоточувствительные материалы (по принципу воздействия световых квантов на фотопластину);

- ионизационный метод, основанный на измерении степени ионизации газов, либо по образованию электронно-дырочных пар в твердых телах. Для измерения используются электроскопы, ионизационные камеры, газоразрядные счетчики (счетчики Гейгера-Мюллера и т.д.), полупроводниковые счетчики на основе кремния, германия и т.д. Это один из самых широко распространенных методов измерения радиоактивного излучения. С его использованием создано большое количество разных типов аппаратуры;

- люминесцентный метод обусловлен возникновением свечения под влиянием какого-либо воздействия (фотолюминесценция, радиолюминесценция и т. д.). Возникновение и интенсивность свечения обусловлены накоплением энергии при взаимодействии излучения с веществом. Для регистрации радиоактивного излучения используются сцинтилляционные детекторы различных типов, в которых в результате попадания альфа-бета-частиц и гамма-квантов возникают световые вспышки разной интенсивности, продолжительности и т.д., которые регистрируются фотодетектором. Существуют твердотельные (ZnS, активированный Ag; NaI и

т.д.), жидкостные, газовые (ксенон и др.) детекторы. Это также один из самых широко применяемых методов регистрации радиоактивного излучения;

- оптический метод базируется на факте, что оптические свойства материалы изменяются под воздействие радиационного излучения. Для этих целей используются различные типы стекол (фосфатные, борные, активированные Ag, Вi и т.д.), полимерные материалы (цветной целлофан, ацетил целлюлоза и т.д.). На этом методе создана аппаратура для измерения радиационных полей высокой интенсивности. Интенсивность почернения имеет прямую зависимость к дозе радиоактивного излучения. Этот принцип используется во множестве индивидуальных дозиметров, так же интенсивно применяется в лабораторных исследованиях радиоактивных веществ для их непосредственного обнаружения и расположения в пространстве;

- в основе калориметрического метода измерения радиоактивности лежат замеры теплового излучения, исходящего при радиоактивном распаде или при взаимодействии излучения с веществом. Широкого распространения данный метод не получил, однако на его основе разработана приборная база, позволяющая градуировать дозиметры, измерять мощные потоки гамма- и нейтронного излучения в реакторной дозиметрии, где они имеют преимущество по сравнению с ионизационным и другими методами, потому что не подвержены зависимости от энергетических показателей излучения;

- суть химических методов состоит в том, что при взаимодействии с радиоактивным излучением изменяется химический состав жидкостей или газов. Очевидным это становится при наблюдении реакции радиолиза воды с образованием  $H^+$  и  $OH^-$  или разложение закиси азота ( $N_2O$ ) с образованием  $N_2$ ,  $O_2$  и  $NO_2$ . На этом принципе созданы жидкостные (ферросульфатные и др.), газовые химические дозиметры для измерения потоков гамма-квантов.

Количественные и качественные показатели радиоактивного излучения, основанные на тех или иных методах регистрации, измеряются радиометрами, дозиметрами, спектрометрами и спектрометрическими комплексами [10].

Радиометр - прибор для измерения числа актов радиоактивного распада в единицу времени (активности). Определяет плотность потока ионизирующих излучений и т.д. При измерении мощности экспозиционной дозы фотонного излучения функции радиометра и дозиметра совпадают.

Дозиметр - устройство для измерения доз радиоактивного излучения или величин, связанных с дозами (мощность экспозиционной дозы, мощность поглощенной дозы и т.д.). Могут служить для измерения доз одного (гамма-дозиметр и т.д.), либо смешанного излучения (гамма-бета дозиметр и т.д.).

Спектрометр - устройство, которое позволяет измерять распределение радиоактивного излучения по энергии (гамма-альфа-спектрометры и т.д.), массе и заряду (масс-спектрометры и т.д.).

Гамма-спектрометр, позволяет выявить в смеси гамма-излучающих радионуклидов по характерной энергии присутствие конкретных изотопов. Так, торий определяется по энергии гамма-квантов дочернего изотопа Tl208 с энергией 2,165 Мэв, калий-40 - 1,46 Мэв, а цезий-137 - по энергии 0,662 Мэв.

Данная аппаратура может быть переносной, передвижной (на автомобиле, вертолёте) и стационарной. Она может быть подразделена и по функциональному назначению: измерение радиоактивности газов и аэрозолей; измерение радиоактивности жидких и сыпучих материалов; измерение радиоактивного загрязнения поверхностей; индивидуальные средства измерения, постоянно носимые человеком. Приборы могут иметь одно- и многофункциональное назначение.

Основной единицей для измерения мощности гамма-излучения служит Р (Рентген) – внесистемная единица экспозиционной дозы; это доза гамма-излучения, при которой в 1 см<sup>3</sup> воздуха при нормальных физических условиях (температура 0°С и давление 760 мм рт.ст.) образуется  $2,08 \cdot 10^9$  пар ионов, несущих одну электростатическую единицу количества электричества.

Итак, под антропогенными воздействиями понимают деятельность, связанную с реализацией экономических, социальных и иных интересов, вносящую физические, химические и биологические изменения в ОС.



Радиационное заражение относится к загрязняющему типу антропогенного воздействия, что связано с поступлением в природную среду совершенно новых или известных радионуклидов, изотопов, различных видов энергии в количествах и концентрациях, превышающих естественный для живых организмов уровень. По источнику и виду загрязнителя радиационное заражение относится к физическому загрязнению.

Исходя из выше сказанного, радиационное загрязнение относится к физическому типу загрязнений. Термин «радиация» обозначает не только радиационное излучение, но и множество других процессов в природе. Для более точного разграничения был введён термин «ионизирующее излучение», под которым понимается любое излучение, которое при взаимодействии со средой образует заряженные атомы и молекулы-ионы, в дальнейшем приводящие к ионизации среды. Ионизирующее излучение разделяется на два основных типа - корпускулярное и фотонное, к которому и относится гамма-излучение, измеряемое в процессе исследований. Оно представляет собой электромагнитное излучение высокой энергии и обладает наибольшей проникающей способностью. Существует несколько путей попадания радионуклидов в организм человека. Радионуклиды влияют на здоровье человека как прямо (повышенный радиационный фон территории), так и косвенно (попадая в организм с пищей). Естественный радиационный фон составляет 20 мкР/ч, это связано с тем, что в Земле есть элементы, в которых имеются природные радиоактивные изотопы, например ванадий, рубидий, калий и др. Помимо естественных источников ионизирующего излучения существуют и многочисленные антропогенные, связанные с использованием атома для получения энергии. Этими источниками являются ядерные испытания, деятельность предприятий ЯТЦ, АЭС и предприятия по переработке выгоревшего ядерного топлива. Преобладающими радионуклидами на территории выпадения являются: цезий-137, стронций-90 и калий-40. Оседая на поверхность земли по направлению движения облака, продукты взрыва создали радиоактивный участок, называемый

радиоактивным следом. Плотность заражения в районе взрыва и по следу движения радиоактивного облака убывает по мере удаления от центра взрыва. Форма следа может быть самой разнообразной, в зависимости от окружающих условий, направления движения воздушных масс и рельефа территории. Образование радиоактивных пятен связано с самоочищением загрязнённой атмосферы, которое происходило тремя путями: сухим гравитационным осадением, осадением с атмосферными осадками и искусственным осадением высокоактивными аэрозолями.

На территории РФ существует система ЕГАСМРО, которая выполняет функцию информационной поддержки деятельности органов государственной власти и управления всех уровней по обеспечению радиационной безопасности. Это позволяет своевременно выявить динамику радиационной обстановки, провести анализ, построить модели и прогнозы; предотвратить возможные разрушительные последствия радиационного воздействия на граждан и природную среду. В состав участников ЕГАСМРО входят Федеральные органы исполнительной власти: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), ОАСКРО Госкорпорация «Росатом» и Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Так же в рамках данной системы был создан сайт, на котором расположена интерактивная карта радиационной обстановки на территории РФ, на которой ежедневно отображаются актуальные замеры. Регистрация радиоактивного излучения производится по эффектам его воздействия на вещество. Основными методами регистрации являются: фотографический, ионизационный, люминесцентный, оптический, калориметрический, совокупность химических методов. Количественные и качественные показатели радиоактивного излучения, основанные на тех или иных методах регистрации, измеряются радиометрами, дозиметрами, спектрометрами и спектрометрическими комплексами. Основными величинами для измерения гамма-излучения служат: Бк (Беккерель), Ки (Кюри), Зв (Зиверт), Гр (Грей), Р (Рентген), мощность гамма-излучения измеряется в Р/ч или в мкР/ч.

## 2 Геоэкологическая характеристика территории города Никольска

### 2.1 Природные условия Никольского района

#### 2.1.1 Географическое положение

Город является районным центром Никольского района, который расположен в северо-восточной части Пензенской области. На севере и востоке район граничит с Ульяновской областью, на юге – с Сосновоборским и Городищенским районами Пензенской области, на северо-западе – с Лунинским районом Пензенской области и с Республикой Мордовия (рисунок 3).. Протяжённость района с севера на юг 54 км, с запада на восток – 48 км. Никольск находится на реке Вырган (бассейн Инзы, Суры).

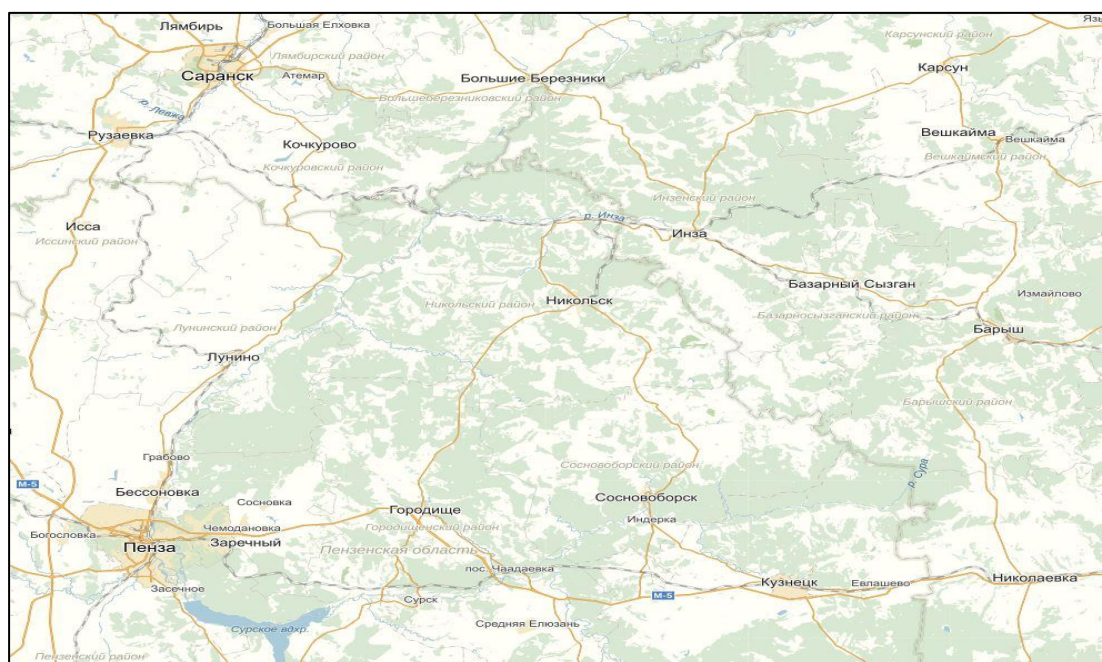


Рисунок 3 – Географическое положение города Никольска

[сервис Яндекс.Карты]

#### 2.1.2 Геологическое строение

Основу геологического строения района составляют породы третичных отложений Саратовского яруса, которые в основном служат подстилающей породой и редко выходят на поверхность. Сверху коренные породы прикрыты более поздними четвертичными образованиями – делювиальными глинами и

суглинками. В поймах рек почвообразующими породами почв являются современные аллювиальные отложения [15].

Территория района сложена четвертичными и меловыми отложениями. К территориям благоприятным для строительства, относятся водораздельные плато, вторая надпойменная терраса и частично первая надпойменная терраса с уклонами поверхности до 100 и глубиной залегания уровня грунтовых вод более 2 м. В качестве естественного основания для фундаментов проектируемых сооружений будут служить диатомиты, суглинки, супеси пластичной и тугопластичной консистенции, а так же пески разнозернистые. Нормативное давление на породы принимается равным 2 – 2,5 кг/см<sup>2</sup>.

В соответствии с особенностями геологического строения на территории района выявлены и разведаны месторождения минерально-строительных материалов. Наличие значительных запасов диатомитов, мела, кирпично-черепичного сырья, песчано-гравийного материала, строительных песков и песчаников создает благоприятные условия для дальнейшего развития отраслей промышленности производства строительных материалов. Ниже даны краткие сведения о месторождениях полезных ископаемых.

О наличии в Никольском районе залежей доломита было видно без геологической разведки. В некоторых местах оползни обнажили пласты диатомита на склонах возвышенностей. До недавнего времени не было средств на промышленное освоение месторождения.

### **2.1.3 Рельеф**

В геологическом отношении делении территория Никольского района расположена на западном склоне Приволжской возвышенности. Общее падение высоты местности наблюдается преимущественно с юга на север, к долинам рек Суры и Инзы.

По характеру рельефа территория района представляет собой возвышенную равнину, изрезанную в направлении с юга на север и с востока на запад долинами рек и овражно-балочной сетью. Наиболее равнинная

центральная часть района, водораздел рек Айвы и Инзы. Равнинность этого участка нарушается оврагами и балками [15].

Межбалочные водоразделы чаще всего неширокие и увалистые и имеют очень пологие и пологие склоны. Северная и западная часть района в большей степени изрезана овражно-балочной сетью. Все овраги имеют множество отрогов и ответвлений, часть из них является активными и развивающимися.

В целом территория района характеризуется значительной выраженностью микрорельефа. Формирование рельефа тесно связано с геологическим строением, а значительные разности высот, возвышенности и низменности связаны с поднятием одних участков территории и опусканием других благодаря дифференцированным тектоническим движениям.

Поймы рек представлены слабоволнистыми равнинами с многочисленными микропонижениями и пойменными почвами.

#### **2.1.4 Гидрогеологические условия**

Гидрогеологические условия характеризуются наличием подземных вод в меловых отложениях и толще опок палеогена, а также в четвертичных (аллювиальных) отложениях. Воды в меловых и палеогеновых отложениях приурочены к трещинам в толще пещего мела и опок [1].

Питание грунтовых вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и частично за счет утечек из водопроводных и канализационных систем. Разгрузка происходит в поверхностные водотоки в виде нисходящих источников. Динамика уровня грунтовых вод определяется погодным режимом. Начало наибольшего его подъема приходится на апрель – май. Наиболее низкие значения уровня отмечаются в декабре – январе и августе – сентябре. В пределах плато подземные воды имеют свободную поверхность. Глубина их залегания изменяется от 3 до 60 м. Население пользуется водой шахтных колодцев и водопровода. Сильно развитая овражно-балочная сеть обуславливает хороший дренаж территории района.

В долинах рек грунтовые воды близко подходят к дневной поверхности и оказывают влияние на развитие аллювиальных луговых и лугово-болотных почв. Подземные воды коренных пород имеют гидравлическую связь с водами аллювия пойменной и первой надпойменной террас. Воды эти эксплуатируются шахтными колодцами и буровыми скважинами. Дебит скважин колеблется в пределах 11 – 48 м<sup>3</sup>/час. По химическому составу воды коренных пород пресные, умеренно жесткие и очень жесткие [1].

В аллювиальных отложениях грунтовые воды приурочены к пескам и галечникам. Жителями они эксплуатируются с помощью колодцев. В связи с отсутствием водоупорной кровли воды аллювия подвержены загрязнению.

### **2.1.5 Поверхностные воды**

Открытыми водными источниками на территории района являются реки Сура, Инза, Айва, их притоки Маисс, Керенка, Тужовка, Руслей, Старый Калдаис, Кеньша, Серман, овражные ручьи, пруды. Питание рек – подземное посредством выхода на поверхность в виде родников и дождевое.

Самая крупная река, протекающая по территории района – Сура. У неё хорошо развитое русло с малой степенью извилистости, характеризуется спокойным течением, значение ширины варьируется от 20 до 100 метров.. Глубинные отметки от полутора до 6 метров. Обладает широкой поймой, заполняющейся при весеннем половодье [4].

### **2.1.6 Почвы**

Физико-географические условия лесостепи Приволжской возвышенности определили широкое распространение на территории города и в пригородной зоне серых лесных и черноземных почв.

По природно-сельскохозяйственному районированию территория Никольского района относится к лиственно-лесной зоне. Соответственно на территории района сформировались почвы следующих типов: серые лесные почвы, черноземы, почвы лугов, почвы аллювиального типа (рисунок 4).

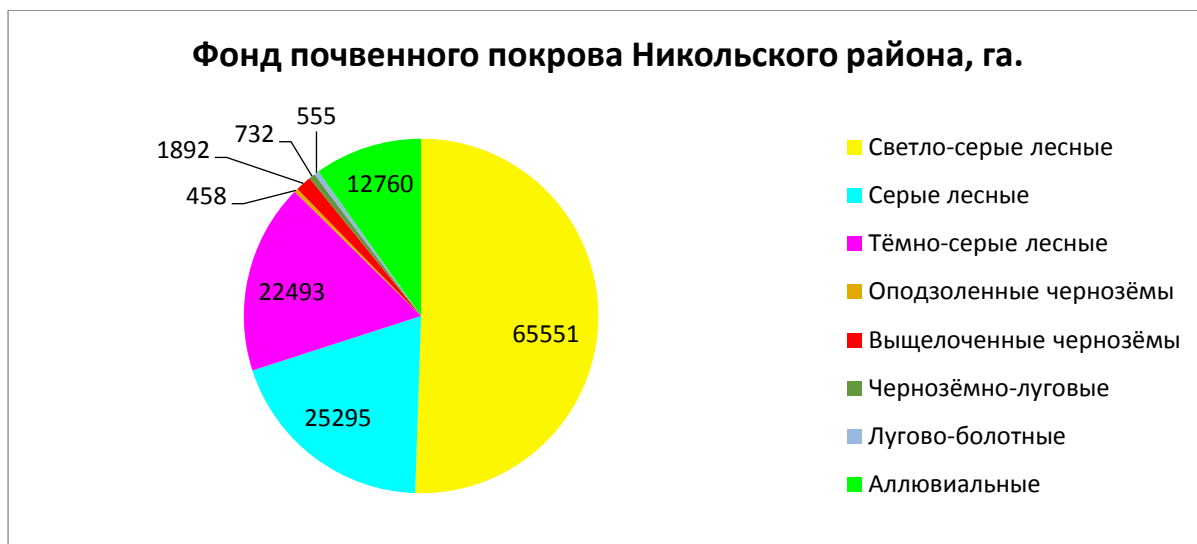


Рисунок 4 – Фонд почвенного покрова Никольского района [15]

В пределах района большое влияние на процесс почвообразования оказали леса. На участках, занятых широколиственными лесами под воздействиями дернового и подзолообразовательного процессов формировались серые лесные почвы (82,9% всей площади хозяйства района).

На безлесных участках под воздействием лугово-болотной растительности сформировались черноземы, занимающие 1,7% от общей площади почв района. Тип черноземных почв представлен двумя подтипами: оподзоленные 0,31% и выщелоченные 1,39%. Тип черноземно-луговых почв занимает 0,6% в земельном фонде. Тип лугово-болотных почв занимает 0,4%. Аллювиальные почвы занимают 9,5% от общей площади района [1].

Значительное место в почвенном покрове занимают в разной степени эродированные почвы, приуроченные к пологим и покатым склонам. Общая площадь эродированных земель составляет 33 369 га.

В районе преобладают почвы глинистого механического состава. Механический состав почв самый разнообразный: от песков до глины, но преобладают в почвенном покрове тяжелые почвы глинистые и тяжелосуглинистые (39,8%), среднесуглинистые (33,8%) [15].

По Никольскому району оценка пахотных земель значительно ниже средне-областных, но при соответствующей агротехнике и вложениях с почв можно получать вполне неплохие урожаи сельскохозяйственных культур.

### **2.1.7 Климат**

Климат – умеренно-континентальный с ярко выраженными временами года. Непосредственное влияние на формирование климата оказывает и подстилающая поверхность – рельеф, растительность, распределение водных площадей. Зимы относительно мягкие (средняя температура  $-10^{\circ}\text{C}$ ). Лето теплое ( $+19,2^{\circ}\text{C}$ ), засушливое, с преобладанием ливневых осадков. Территория района входит в первый агроклиматический район области, (гидротермический коэффициент равен 1). В то же время район расположен во второй строительно-климатической зоне и характеризуется умеренно-теплым летом и умеренно холодной зимой со снежным покровом устойчивого типа. Продолжительность безморозного периода составляет 126 дней [4].

В формировании основных черт климата участвуют три фронта воздушных масс: арктические, тропические и умеренных широт. Преобладают умеренные континентальные и морские. Морские содержат большое количество влаги и в холодный период часто становятся причиной появления оттепелей, а летом – прохладной погоды. Континентальный воздух умеренных широт характеризуется сухостью, зимой приносит похолодания, а летом обуславливает жаркую и сухую погоду.

Среднегодовое количество осадков – 527 мм. Средняя многолетняя величина испарения на территории района варьирует от 390 мм. до 460 мм.

Среди неблагоприятных климатических явлений в зимний период отмечаются промерзание почвы, гололед и метели. Самыми неблагоприятными явлениями лета можно назвать засухи и суховеи. Повторяемость средних и сильных засух составляет 20 – 30 %.

В целом климатические условия района благоприятны для большинства сельскохозяйственных культур, но в отдельные годы значительный ущерб сельскому хозяйству наносят засуха, ливневый характер осадков, быстрое снеготаяние.

### **2.1.8 Растительность и животный мир**



Территория Никольского района относится к зоне северной лесостепи среднего Поволжья. Основная территория расположена и занята под посев сельскохозяйственных культур [15].

Естественная растительность вне лесов сохранилась лишь на участках, неудобных для распашки. Она занимает прибалочные и приовражные склоны, днища и склоны оврагов и балок, поймы рек и другие небольшие участки в районе населенных пунктов. Естественная растительность представлена древесными, кустарниковыми и травянистыми видами.

Территория района обладает значительными запасами лесных ресурсов, которые занимают около 49% (125 098 тыс. га.) территории района. По территории района леса распространены равномерно [15].

Древесная и кустарниковая растительность произрастает в лесах, лесополосах, оврагах и поймах рек. Определяющие виды древесной растительности: сосна обыкновенная, береза повислая, дуб, осина, ель, ива, ветла, орешник, ольха, рябина. Особая гордость природно-лесной зоны – лесные культуры лиственницы европейской, растущей на площади 2,8 га. Высота деревьев – 26 метров, диаметр – 34 см.

По сухим днищам оврагов и балок распространены низинные луга с мятликом узколистным, костром безостым, тысячелистником обыкновенным. К сырым днищам балок приурочены болотные луга, в травостое которых выделяются осоки, щучка дернистая, болотное разнотравье [1].

Животный мир края богат и разнообразен. Чередование лесных зон со степными территориями и неоднородный рельеф благоприятствуют видовому разнообразию животного мира. В районе обитают как традиционные (лиса, заяц, черный хорек, белка, ондатра, бобр), так и редкие для средней полосы виды животных: лоси, кабаны, косули, олени, рыси [1].

Рассмотрев основные черты природных условий Никольского района, можно сделать вывод о том, что район располагает благоприятными условиями, необходимыми для развития промышленности, сельского хозяйства и других отраслей народного хозяйства.

## 2.2 Социально-экономическая характеристика

### 2.2.1 Население

Демографическая ситуация в районе естественного воспроизводства населения за последнее десятилетие в целом характеризуется массовым распространением малодетности, сближением параметров сельской и городской рождаемости, откладыванием рождения первого ребенка, ростом внебрачной рождаемости.

Численность населения Никольского района на 01 января 2015 года составила – 32 822 чел. Из них трудоспособного возраста – 18 481 человек, пенсионеров и инвалидов 10 258 человек, неработающего населения – 448 человек, работающего за пределами области – 785 человек [1].

Численность безработных граждан, стоящих на учете в службе Центра занятости населения составляет – 118 человек. Уровень регистрируемой безработицы – 0,76 % от численности экономически активного населения.

По составу населения район многонационален: русские - 84,3%, мордва - 13,1%, татары - 1,1%, другие национальности - 1,5 %.

Если с 1970 г. центр естественного воспроизводства населения района начал перемещаться из сельской местности в городскую, то в настоящее время численность городского населения Никольска убывает со скоростью около 100 – 300 чел. в год.

Таблица 2 – Численность населения города Никольска [1]

1931	1939	1959	1967	1970	1979	1989
4600	10 100	16 818	21 000	20 740	23 632	26 871
1992	1996	1998	2002	2003	2005	2006
27 300	26 700	26 300	24 061	24 100	24 300	24 300
2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014
24 100	24 162	22 471	22 500	22 374	22 323	22 103
2015	2016	2017				
21 748	21 318	21 056				

### **2.2.2 Экономика**

На территории Никольского района осуществляет деятельность 9 промышленных предприятий разной направленности. Промышленными предприятиями производится стекольная и хрустальная продукция, продукция деревопереработки, лёгкой промышленности, строительные блоки, производится переработка сельскохозяйственной продукции и выпускается молочная продукция, хлеб и хлебобулочные и кондитерские изделия.

В разрезе основной номенклатуры за период с 2010 года по 2015 год [18]:

- возросло производство: цельномолочной продукции (104,4 %), масла животного (в 2,3 раза), хлеба и хлебобулочных изделий (103,0 %), безалкогольных напитков (111,1 %) и т.д.

- сократился выпуск: вывозки древесины (87,7 %), пиломатериалов (45,4 %), теплоэнергии (59,1 %), колбасных изделий (96,4 %), и т.д.

#### **Лесопромышленный комплекс.**

Общая площадь земель лесного фонда Никольского лесничества составляет 644 844 гектара, что составляет 86,2 % земельного фонда района. Общая расчетная лесосека по району составляет 1 537,9 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по хвойному хозяйству – 263,6 тыс. м<sup>3</sup>, по мягколиственному хозяйству – 1 274,3 тыс. м<sup>3</sup>. Основными арендаторами в соответствии с требованиями Лесного Кодекса являются: ЗАО «Горстройзаказчик», ООО «Автодорлес», ООО «СеверЛес» и т.д. [15,18].

#### **Перерабатывающие производства.**

Перерабатывающие производства представлены в районе производством пищевых продуктов, включая напитки, текстильным и швейным производством, обработкой древесины и производством изделий из дерева, издательской и полиграфической деятельностью. Переработкой молока занимается ОАО «Никольский маслозавод» – одно из старейших в районе предприятий. На нём выпускается масло животное, творог, сметана, молоко и т.д. Производством хлебобулочной продукции занимается ОАО

«Никольский хлеб», где выпекают хлебобулочные, сахарные и кондитерские изделия различного срока хранения.

### **Сельское хозяйство.**

На территории Никольского района функционирует 5 сельхоз формирований, 5 111 личных хозяйства, 30 фермерских хозяйства и 34 с/х потребительских кооператива. Ведущее направление – производство молока. В расчете за 2013 год на 1 жителя района произведено 224,5 кг молока, 10,0 кг мяса. В хозяйствах всех категорий Никольского района поголовье КРС на сегодняшний день составляет 4 173 головы [18].

Обрабатываемая площадь пашни в 2013 году составила – 26 918 га.

Посевная площадь зерновых и зернобобовых культур в 2014 году составила 3 097 га. Намолочено зерна в количестве 3072 т. Валовый сбор картофеля составил 14 557 т и овощей 4 100 т.

Посеяно озимых под урожай 2015 года в количестве 2 000 га. Введено в оборот залежных земель сельскохозяйственного назначения 3 500 га. Особое внимание уделяется развитию малых форм хозяйствования. В текущем году организовано 6 крестьянских (фермерских) хозяйств [15].

### **Стекольное производство.**

Основное предприятие – ЗАО «Никольский Завод светотехнического стекла». Завод является крупнейшим в России и Европе производителем стеклянных плафонов и рассеивателей. Кроме того большую долю в объёме производства составляет посуда для стола, декоративная посуда и вазы, сувенирные изделия, подсвечники, пепельницы, цветочные горшки и кашпо для флористов. На производстве варят бесцветное, дымчатое, кобальтовое стекло. В обработке изделий используют различные виды, такие как химическое матирование стекла, пескоструйную обработку, окраску и декорирование стекла красками и декелями.

Также отрасль представлена частным производителями.

ООО «Стеклокомплект», ООО «Трейд-сервис» ориентируются на изготовление светотехнической продукции и продукции бытового назначения,

также на выпуске художественных изделий. Изделия вырабатываются методом прессования, центробежным формованием, прессовыдуванием, выдуванием. Широко применяются: химическое матирование, роспись красками, украшение золотой фольгой по трафарету.

ООО «Бахметьевский завод». Основная задача предприятия – возрождение традиций русского хрустального производства. Предприятие варит бесцветный и цветной хрусталь зелёного, синего, фиолетового, белого и красного цвета. Изделия изготавливают методом прессования и выдувания, декорируют алмазной гранью, матовой гравировкой, красками и золотом.

Завод «Красный Гигант» и его имущество разделено на 48 лотов, которые постепенно планировалось распродавать на соответствующих аукционах. К настоящему моменту уже все продано. На базе ранее существовавшего производства сейчас ведут свою деятельность несколько производственных предприятий малого и среднего бизнеса [1].

### **2.3 Система функционального и градостроительного зонирования.**

Природно-экологические условия, селитебное, промышленное, транспортное и сельскохозяйственное освоение определили систему территориального и функционального зонирования города Никольска.

Градостроительное зонирование – это деление (разбивка) земельной территории муниципальных образований (в том числе и поселений) на части, в которых определяются территориальные зоны с видами их градостроительного использования и ограничения на их использование (карта градостроительного зонирования муниципального образования) [9].

На карте градостроительного зонирования устанавливаются границы территориальных зон. Любой земельный участок относится только к одной территориальной зоне. Так же не допускается формирование одного земельного участка из нескольких земельных участков, размещённых в разных территориальных зонах. На карте градостроительного зонирования

обязательно отображаются границы зон с особыми условиями использования территории, границы территорий объектов культурного наследия.

Территориальные зоны – зоны, объединённые возможностью застройки конкретными видами объектов, для которых в правилах землепользования и застройки определены границы и установлены градостроительные регламенты [9].

Территориальные зоны выделяются с учётом:

- возможности сочетания в пределах одной зоны различных видов существующего и планируемого использования земельных участков;
- функциональных зон и параметров их планируемого развития, определенных действующим генеральным планом;
- сложившейся планировки территории и существующего землепользования;
- предотвращения причинения вреда объектам капитального строительства, расположенным на смежных земельных участках.

Территориальные зоны состоят из функциональных зон, то есть видов территорий с конкретными разрешёнными использованиями.

Функциональные зоны определяют перечень допустимых в каждой из них видов разрешенного использования земельных участков и размещения (строительства) в них конкретных объектов капитального строительства. Территориальные зоны формируются посредством дублирования функциональных зон. Для города Никольска характерно почти полное соответствие функциональных и территориальных зон. Различие заключается лишь в том, что на схеме градостроительного зонирования показаны зоны перспективного развития жилой застройки (Ж4) голубым цветом (рисунок 5). Одна из них расположена на северо-западной окраине города и имеет дифференциацию на 1, 2 и 3 очереди строительства и в зависимости от очереди выделены различными цветами, но объединены в один квартал с №9. Вторая же расположена на севере в отдалении от города в районе Новое поле и поделена на два участка площадью 40 га и 68 га. Размещение остальных территориальных зон соответствует схеме размещения функциональных зон на генеральном плане.

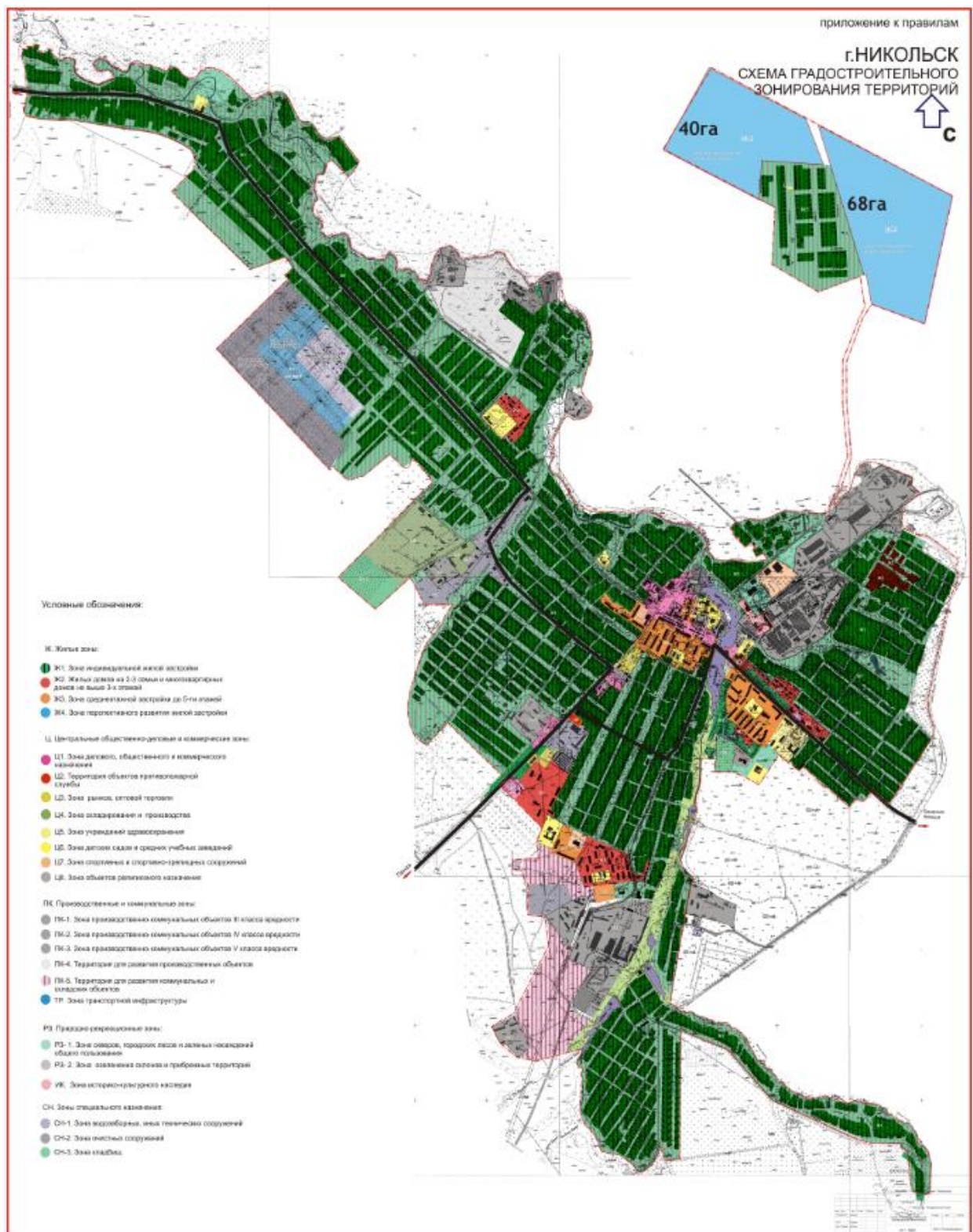


Рисунок 5 – Градостроительное зонирование города Никольска [18]

На территории Никольска расположены функциональные зоны следующих видов: жилые, центральные общественно-деловые и коммерческие зоны, производственные и коммунальные зоны, природно-рекреационные зоны, зоны специального назначения (рисунок 6).



На формирование текущего типа размещения функциональных зон повлияли как природные, так и антропогенные факторы. К природным факторам на территории города можно отнести относительно равнинный рельеф с небольшими перепадами высот, в пределах 70 метров. Сами же городские кварталы расположены в низменности, в долине рек Маис и Вырган, что показывает близость и необходимость рек, и окаймлены холмами.

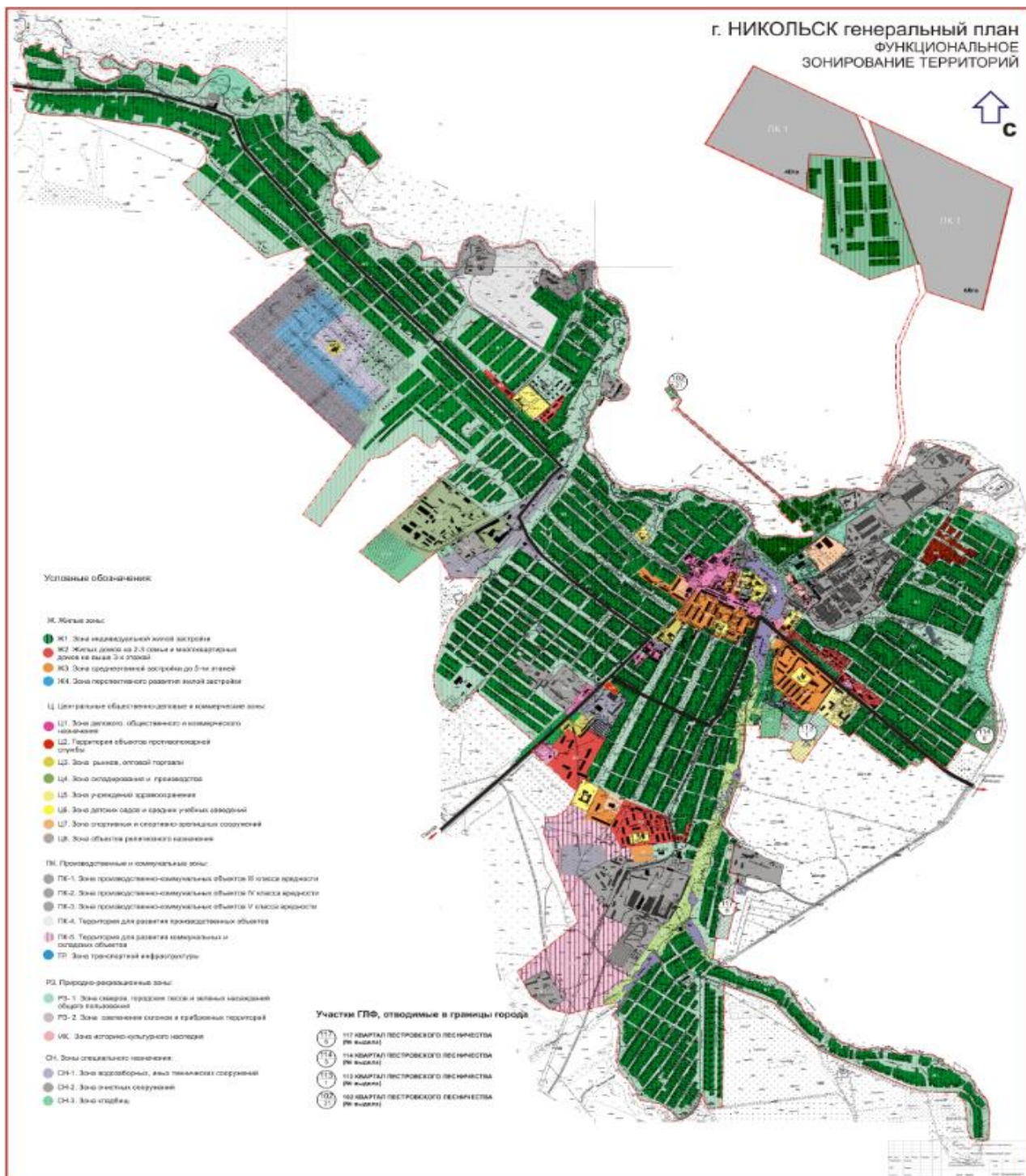


Рисунок 6 – Функциональное зонирование города Никольска [18]



Жилые зоны представлены в основном индивидуальной застройкой, в пределах которой и проживает наибольшая часть населения. Намного меньшую площадь занимают зоны с многоквартирными домами не выше 3 этажей, и примерно такую же долю занимает среднеэтажная застройка с высотой до 5-ти этажей и приурочена в основном к центру города.

К зоне делового, общественного и коммерческого назначения относится центральная часть города, площадь и административные здания, суд, полиция и др. В городе Никольске расположена одна больница, 4 средних школы, 4 детских сада, 2 церкви, 2 спортивных комплекса. Эти объекты так же относятся к центральным общественно-деловым и коммерческим зонам.

На территории города расположено несколько промышленно-коммунальных объектов. Они отвечают 3,4 и 5 классу опасности. Промышленные предприятия равномерно расположены в черте города и тяготеют к границам, при этом отделены друг от друга жилой застройкой

На территории Никольского района осуществляет деятельность 9 промышленных предприятий разной направленности. Промышленными предприятиями производится стекольная и хрустальная продукция, продукция деревопереработки, лёгкой промышленности, строительные блоки, производится переработка сельскохозяйственной продукции и выпускается молочная продукция, хлеб и хлебобулочные и кондитерские изделия.

Промышленные предприятия расположены в непосредственной близости с селитебными территориями, что негативно влияет на степень их загрязнения и здоровье населения, проживающего на данных жилых территориях.

Основными предприятиями являются: ЗАО «Никольский Завод светотехнического стекла», ООО «Стекло», ООО «Стеклокомплект», ООО «Трейд-сервис», ООО «Бахметьевский завод».

Завод «Красный Гигант» и его имущество разделено на 48 лотов, которые постепенно планировалось распродаваться на соответствующих аукционах. К настоящему моменту уже все продано. На территории бывшего завода в настоящее время открыты предприятий малого и среднего бизнеса.

## 2.4 Крупное промышленное производство как основной источник антропогенного воздействия

Предприятие ЗАО «НЗСС» находится на северной границе Пензенской области, в Никольском районе, который граничит с Республикой Мордовия и Ульяновской областью.

Территория ЗАО «НЗСС» расположена на левостороннем берегу реки Вырган. Между тремя участками жилых территорий: с юга – посёлок Новогодный, с востока – микрорайон Птичный, с севера расположена основная селитебная зона г. Никольска (рисунок 7).



Рисунок 7 – картосхема расположения ЗАО «НЗСС»

Территория расположена на равнинном плоском участке, с востока к ней примыкает лесной массив и река Вырган.

Пункт отгрузки изделий, расположенный на северной границе территории предприятия имеет выход на ул. Льва Толстого, далее продукция уходит по трассе, отмеченной стрелкой, в Пензу.

Наиболее близкими к ЗАО «НЗСС» крупными хозяйственными объектами являются 2 деревообрабатывающих предприятия, одно из которых расположено в непосредственной близости от территории рассматриваемого предприятия. Продукция этих предприятий представлена различными пиломатериалами: брусом, доской, рейкой; также пользуются спросом отходы предприятий, такие как опилки и масса древесины, не пригодная для продажи в виде рыночного стандартизированного товара. Эта масса закупается по заниженным ценам и используется местным населением для отопления посредством использования кустарных печей различного строения. Также эта масса используется в хоз-нуждах, там, где не требуются точные заводские размеры, характеристики и потребительские свойства, и качество древесины.

Влияние предприятия на ОС. Проектирование озеленения и благоустройств СЗЗ должно осуществляться с учётом характера промышленных загрязнений, а так же местных природно-климатических и топографических условий. ЗАО «НЗСС» относится к предприятиям 4 класса опасности, санитарно-защитная зона – 100 м. Согласно СанНиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «СЗЗ и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» СЗЗ для предприятия 4 класса должна быть максимально озелена – не менее 60% площади.

Со стороны селитебной территории (С, В, Ю-В) должна быть предусмотрена полоса древесно-кустарниковых насаждений шириной не менее 20 м в виде плотной структуры изолирующего типа, создающего на пути загрязнённого воздуха механическую преграду.

Разработка проекта и организации санитарно-защитной зоны (СЗЗ) выполняется с целью предотвращения или ослабления негативного воздействия производственных объектов на комфортность проживания и

здоровье населения. Все работы по благоустройству СЗЗ были проведены предприятием во 2-3 кварталах 2006 г.

Разработка проекта СЗЗ выполняется в соответствии с законодательством РФ, постановлениями и распоряжениями правительства РФ, требованиями ГОСТов, СанПинов, СНИПов и других нормативных актов. Установление границ СЗЗ производится по совокупности всех видов техногенных воздействий объекта на ОС и здоровье населения.

При разработке проекта СЗЗ для ЗАО «Никольский завод светотехнического стекла» основными факторами воздействия на окружающую среду и здоровье человека являются загрязнение атмосферного воздуха и шум. Для ликвидации этого так же было высажено защитное озеленение. После создания СЗЗ и высадки защитного озеленения собранные пробы показали, что превышение ПДК не наблюдается за исключением древесной пыли и суммы пыли, что связано с близостью другого предприятия, производящего пиломатериалы.

Размещение санитарно-защитной зоны предприятия показано на ситуационном плане стройплощадки в масштабе 1:5000 (рисунок 8).

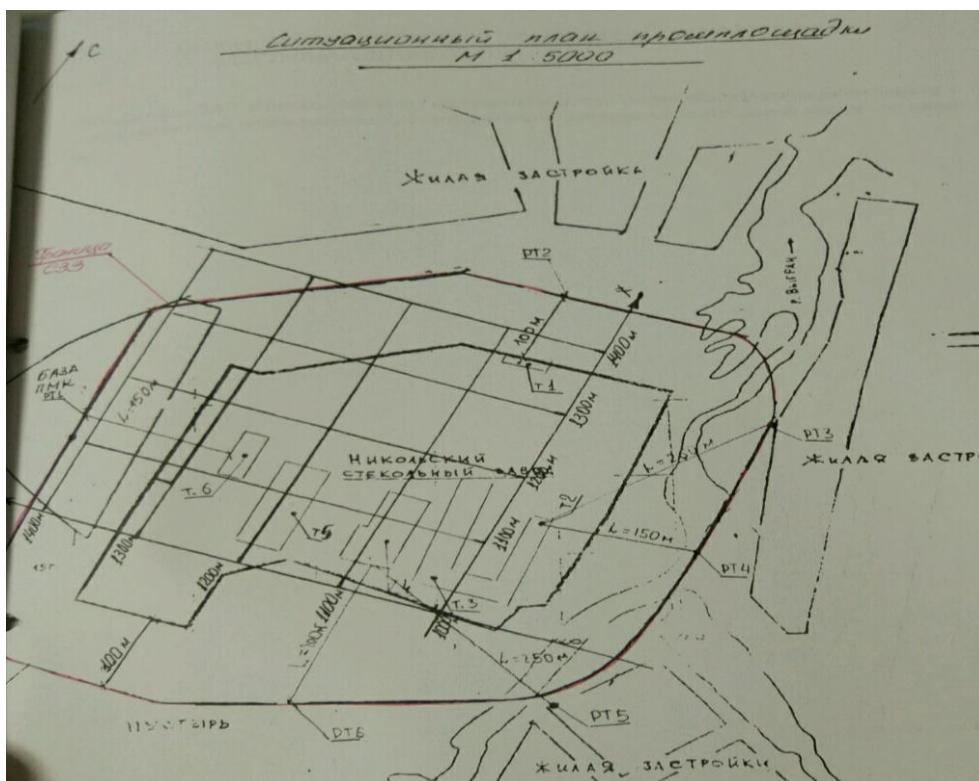


Рисунок 8 – Ситуационный план промплощадки

Расчет уровня шума на границе СЗЗ проводился расчетным методом на основании проведенных замеров ИЛЦ ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пензенской области» №1177 Ф от 02.12.2005 г и показал, что превышения предельно-допустимых значений не наблюдается.

Проект санитарно-защитной зоны предприятия (СЗЗ) выполнен согласно «Рекомендациям по оформлению, содержанию и разработке проектов санитарно-защитных зон предприятий, групп предприятий, сооружений и иных объектов» утвержденных Постановлением Главного государственного санитарного врача Пензенской области А.П. Дмитриевым от 19.07.2001 №7.

При разработке проекта СЗЗ предприятия использовались:

- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»;
- Руководство по проектированию СЗЗ промышленных предприятий ЦНИИПТ градостроительства - М: Стройиздат, 1984;
- Рекомендации по охране окружающей среды в районной планировке -М: ЦНИИПТ градостроительства, 1986 г;
- СНИП 11-12-77 «Защита от шума»
- инвентаризация источников выбросов веществ в атмосферу;
- проект нормативов предельно-допустимых выбросов в атмосферу;
- фоновая справка, выданная Госкомгидрометом и согласованная Областным Госсанэпиднадзором;
- карта-схема района расположения предприятия;
- замеров ИЛЦ ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пензенской области» №1177 Ф от 02.12.2005г.

Меры по экономии ресурсов. Использование вторичных ресурсов:

- Приобретение специального оборудования позволяет учитывать при изготовлении тары специфику стеклоизделий (его размеры, вес), что позволяет снизить потери от боя стекла и обеспечить экономию средств, направленных на приобретение тары и тарных материалов.
- Использование вторичного сырья: к шихте добавляется определенное количество стеклобоя (от 30 до 70%).



– Использование водооборотной системы: питьевая вода после использования уходит не в канализацию, а в ёмкости, из которых в дальнейшем используется на технические нужды, на охлаждение котлов.

– Экономия электроэнергии достигается путём повсеместного использования энергосберегающих газоразрядных ламп.

На предприятии существуют три пути утилизации отходов:

– наименее опасные отходы подвергаются временному накоплению на территории предприятия, с последующей передачей на захоронение на полигон ТБО в селе Траханиотово;

– наиболее опасные отходы временно накапливаются с последующей передачей на утилизацию ИП Чернышов Н.В.;

– отходы песка от очистных пескоструйных устройств; лом огнеупорного мергеля и бой стекла используются повторно на предприятии.

Для более полного понимания состояния экологической обстановки, и развития её во времени был проведён анализ форм экологической отчётности за последние годы и составлены сравнительные динамические таблицы, показывающие изменение показателей в ретроспективе (таблицы 3,4,5). Благодаря такому сравнению становится возможным дать прогноз на ближайшее время в соответствии с динамикой изменения значений.

Первым компонентом анализа выступают экологические отчётности 2-ТП воздух (таблица 3). В сравнении 2014 и 2016 годов можно рассмотреть благоприятные изменения динамики выбросов. В 2016 году снизились в целом выбросы на 12,894 тонны, в том числе уменьшилось количество газообразных и жидких, но при этом увеличилось количество твёрдых выбросов. Это связано с расширением фильтровальных установок, поэтому на них стало поступать в 2 раза больше загрязняющих веществ, а так же их усовершенствованием – в 2016 году из поступающих на очистку было уловлено и обезврежено  $\frac{3}{4}$  загрязняющих веществ, в то время как в 2014 году только половину поступающих веществ получалось уловить и обезвредить.

Основными загрязнителями являются: СО, NO<sub>2</sub>, ЛОС, уровень выбросов которых уменьшился благодаря установке более совершенных фильтров.

Таблица 3 – Динамика показателей за последние годы по 2-ТП воздух

<b>Выброшено загрязняющих веществ</b>		
	<b>2014</b>	<b>2016</b>
Выбрасывается без очистки всего	201,58	188,686
в том числе		
твёрдые	48,774	50,586
газообразные и жидкие	152,806	138,1
Поступило на очистные сооружения загрязняющих веществ всего	4,052	8,182
Из поступающих на очистку - уловлена и обезврежено всего	2,178	6,169
Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ за отчётный год	203,454	190,699
<b>Выброшено элементов</b>		
Оксид углерода	76,403	73,935
Оксид азота NO <sub>2</sub>	76,33	63,951
ЛОС	0,005	0,09
прочие газообразные и жидкие	0,068	0,124

Вторым компонентом анализа выступают экологические отчёты 2-ТП водхоз с динамикой показателей за 3 года (таблица 4).

При анализе сводной динамики за 3 года видно, что допустимый объём забора воды не меняется по годам, так же стоит указать, что он не превышает. В целом забор воды плавно растёт с каждым годом и в 2016 году вплотную подобрался к границе допустимого объёма забора воды. Так же с течением времени растёт количество воды, используемой в системах оборотного водоснабжения и в системах повторного водоснабжения. Количество воды, переданной для использования или отведения неизменно.

Что касается водоотведения, то допустимый уровень его не был прописан в 2014 и 2015 году, и только в 2016 была установлена граница сбросов воды, но как видно из документов экологической отчётности – отведение воды за годы в целом превышает допустимый объём в 3 раза. За последний год увеличилось отведение в водные объекты недостаточно очищенных вод, и немного уменьшилось количество вовсе неочищенной воды. Положительная

динамика наблюдается в увеличении мощности очистных сооружений почти в два раза в 2016 году по сравнению с предыдущими годами.

Таблица 4 – Динамика показателей за последние годы по 2-ТП водхоз

<b>Раздел 1. Забрано воды из природных источников</b>			
	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Допустимый объём забора	20,961	20,961	20,961
Забор за год	18,35	19,93	20,84
Использовано в системах оборотного водоснабжения	241	244	295
Использовано в системах повторного водоснабжения	2,4	2,9	2,95
Передано для использования или отведения	17,9	17,9	17,9
<b>Раздел 2. Водоотведение</b>			
Допустимый объём водоотведения	-	-	7,01
Отведено воды всего за год	21	22,38	21,7
Отведено в водные объекты недостаточно очищенных	2,9	4,34	4,65
Отведено в водные объекты без очистки	17,9	17,9	17,05
Мощность очистных сооружений	4,2	4,2	7,5

Третьим компонентом анализа выступают экологические отчёты 2-ТП отходы с динамикой показателей за 2 года (таблица 5). Показатели образования отходов выросли в 2016 году вдвое по сравнению с 2015, но так же параллельно увеличилось и повторное использование отходов в 2 раза. Это связано с тем, что наибольшее количество отходов представлено V классом опасности и представляют собой бой стекла, которое полностью переплавляется заново, в процессе варки новой порции стекла добавляют в печь часть стеклобоя. Отходы III и IV классов передаются на полигон ТБО в с. Траханиотово для захоронения и на утилизацию ИП Чернышов Н.В.



Таблица 5 – Динамика показателей за последние годы по 2-ТП отходы

	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Образовано отходов за отчётный год всего	1474,228	2948,991
По III классу опасности	0,088	0,987
По IV классу опасности	45,0	0,0
По V классу опасности	1429,2	2850,6
Использование отходов	1401,233	2760,500
Передача отходов другим организациям всего	52,536	188,481
По III классу опасности	0,088	0,987
По IV классу опасности	45,0	97,4
По V классу опасности	7,5	90,7

Подводя итог главы, стоит сказать, что город является районным центром Никольского района, который расположен в северо-восточной части Пензенской области. Никольск находится на реке Вырган (бассейн Инзы, Суры). Расположен город в восточной части Русской равнины. Основа геологического строения – третичные отложения Саратовского яруса. Сверху коренные породы прикрыты более поздними четвертичными образованиями – делювиальными глинами и суглинками. В поймах рек – современные аллювиальные отложения. Территория района сложена четвертичными и меловыми отложениями. К минеральным ресурсам относят залежи диатомитов, мела, кирпично-черепичного сырья, песчано-гравийного материала, строительных песков и песчаников. Гидрогеологические условия характеризуются наличием подземных вод в меловых отложениях и толще опок палеогена, а также в четвертичных (аллювиальных) отложениях. Питание грунтовых вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и частично за счет утечек из водопроводных и канализационных систем. Глубина их залегания изменяется от 3 до 60 м. По характеру рельефа – возвышенная равнина, изрезанная в направлении с юга на север и с востока на запад долинами рек и овражно-балочной сетью. Климат – умеренно-континентальный с ярко выраженными временами года. Территория района входит в первый агроклиматический район области. Среднегодовое количество осадков – 527 мм. В целом климатические условия района

благоприятны для большинства сельскохозяйственных культур, но в отдельные годы значительный ущерб сельскому хозяйству наносят засуха, ливневый характер осадков, быстрое снеготаяние. Открытыми водными источниками на территории района являются реки Сура, Инза, Айва, их притоки Маисс, Серман и др. Питание рек – подземное посредством выхода на поверхность в виде родников и дождевое. По природно - сельскохозяйственному районированию территория Никольского района относится к лиственно-лесной зоне. Соответственно на территории района сформировались почвы следующих типов: серые лесные почвы, черноземы, почвы лугов, почвы аллювиального типа. Наибольшую площадь (82,9%) в районе занимают серые лесные почвы. Рассмотрев основные черты природных условий Никольского района, можно сделать вывод о том, что район располагает благоприятными условиями, необходимыми для развития промышленности, сельского хозяйства и других отраслей народного хозяйства. Численность населения Никольского района на 01 января 2015 года составила – 32 822 чел. На территории Никольского района осуществляет деятельность 9 промышленных предприятий разной направленности. Промышленными предприятиями производится стекольная и хрустальная продукция, продукция деревопереработки, лёгкой промышленности, строительные блоки, производится переработка сельскохозяйственной продукции и выпускается молочная продукция, хлеб и хлебобулочные и кондитерские изделия. На территории Никольска расположены функциональные зоны следующих видов: жилые, центральные общественно-деловые и коммерческие зоны, производственные и коммунальные зоны, природно-рекреационные зоны, зоны специального назначения. Для города Никольска характерно почти полное соответствие функциональных и территориальных зон. Различие заключается лишь в том, что на схеме градостроительного зонирования показаны зоны перспективного развития жилой застройки (Ж4).

### **3 Радиоэкологический анализ и экологические проблемы на территории города Никольска**

#### **3.1. Оценка экологического состояния**

Проанализировав Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области в 2016 году» [5], можно выделить следующую информацию о городе Никольске касательно экологического состояния и техногенного воздействия.

Состояние природных ресурсов и окружающей среды Пензенской области в 2016 году в целом можно оценить как удовлетворительное [5].

Влияние техногенеза проявляется в загрязнении атмосферы, почв и грунтов зоны аэрации, поверхностных, грунтовых и глубоко залегающих подземных вод, а также в подтоплении территорий или образовании депрессионных воронок, выходе из севооборота значительных площадей.

Основной вклад в объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в 2016 году внесли предприятия, занимающиеся производством пищевых продуктов, сбором и обработкой отходов, производством, передачей и распределением пара и горячей воды.

В 2016 году, как и во все предшествующие годы, загрязнение атмосферного воздуха в Пензенской области сохраняется на уровне одного из самых низких в Приволжском федеральном округе.

Качественный анализ вредных примесей в атмосферном воздухе на территории области, особенно в крупных городах, в том числе в Никольске, показывает, что загрязнение приземного слоя атмосферы происходит, в основном, за счёт выбросов, связанных с автотранспортом, на долю которого приходится ориентировочно 70% всех выбросов окиси углерода [5].

В целом по Пензенской области отмечается незначительное увеличение удельного веса проб атмосферного воздуха, не отвечающих гигиеническим нормативам (в 2014 г. - 0,2 % , в 2016 г. - 0,8 %) [5].

Основное техногенное влияние на состояние геологической среды Никольского района оказывают: объекты разработки месторождений строительных материалов, крупное промышленное предприятие (ЗАО «НЗСС»), коммунальные (свалки и полигон ТКО), автомагистрали общего пользования – 238,5 км, железные дороги – 48 км), селитебная застройка и бытовые сбросы с неё и населенного пункта в целом, радиоактивное загрязнение площадь которого по всей области – 400 тыс. га), так называемый «Чернобыльский след», загрязнение поверхностных водоемов неочищенными стоками - 3,6 млн.м<sup>3</sup>/год.

В ряде городов и районов Пензенской области, в том числе и в Никольске, полигоны не соответствуют требованиям СанПиН 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для ТБО». Основными нарушениями являются: отсутствие подъездных дорог с твердым покрытием, отсутствие дезинфицирующих ванн, складирование мусора проводится без изоляционных слоев, отсутствует достаточное освещение, отсутствие наблюдательных скважин для контроля качества грунтовых вод.

Радиационная обстановка на территории Никольского района оценивается как удовлетворительная. Она существенно не изменилась в 2016 году и обусловлена естественными и техногенными источниками ионизирующего излучения. По результатам мониторинга естественный радиационный фон составил от 0,10 до 0,14 мЗв/час. Зон экологического бедствия или неблагополучия в области нет.

### **3.2 Анализ радиационной обстановки**

Программа работ была направлена на решение поставленных задач и включала проведение обзора литературы, сбор и анализ карт Никольского района, подготовку космоснимков и топографических карт, постановку и осуществление исследований в полевых условиях посредством проведения

замеров на поверхности почвенного слоя дозиметром и построение интерполяционной карты мощности экспозиционной дозы гамма-излучения.

При проведении радиоэкологических исследований были использованы стандартные методики [10]. На пробной площади в ключевых точках производилась гамма-съемка дозиметром ДБГ-04А.

Количественной характеристикой источника излучения служит активность, выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени. В СИ единицей активности является беккерель (Бк) – 1 распад в секунду. Иногда используется внесистемная единица кюри (Ки), соответствующая активности 1 г радия. Соотношение этих единиц определяется следующей формулой:  $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ .

Интенсивность альфа- и бета-излучения может быть охарактеризована активностью на единицу площади (с-м<sup>2</sup>). Интенсивность гамма-излучения характеризуется мощностью экспозиционной дозы.

Экспозиционная доза измеряется по ионизации воздуха и равна количеству электричества, образующегося под действием гамма-излучения в 1 кг воздуха. В СИ экспозиционная доза выражается в кулонах на кг (Кл/кг).

Весьма популярна также внесистемная единица экспозиционной дозы - рентген. Это - доза гамма-излучения, при которой в 1 см<sup>3</sup> воздуха при нормальных физических условиях (температура 0°С и давление 760 мм рт.ст.) образуется  $2,08 \cdot 10^9$  пар ионов, несущих одну электростатическую единицу количества электричества.

В качестве исходных данных для анализа радиационной обстановки на территории Никольска были использованы собственные измерения, проведенные с помощью дозиметра гамма-излучения ДБГ-04А.

Дозиметр предназначен для измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения. Дозиметр позволяет оперативно обнаружить загрязненность радионуклидами или найти источник ионизирующего излучения. Технические характеристики и описание изложены в руководстве по его эксплуатации.

Измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на местности выполняют методом измерения скорости счета импульсов, возникающих в газоразрядных счетчиках (СБМ-20) под действием гамма-излучения.

Выполнение измерений происходит по следующей схеме. Нужно разместить дозиметр на поверхности грунта в выбранной точке измерений экраном вверх. Передвинуть кнопку в положение «вкл», при правильном функционировании дозиметра на цифровом табло должна появиться индикация 0,000, сопровождаемая коротким звуковым сигналом. Длинный звуковой сигнал означает завершение измерения. На экране будет показано значение, которое впоследствии нужно умножить на 10. Таким образом, мы получаем значение мощности дозы гамма-излучения в мкР/ч.

Выбор и расположение точек замеров на местности было обосновано стремлением охватить всю территорию города, но наибольшее число точек расположено в промышленных зонах и на перекрестках основных дорог для построения наиболее точной и отражающей действительность карты. В каждой точке измерения было снято 3 пробы и взято среднее значение.

Так же в работе использовался метод геолокации. Местоположение точек отмечалось на космоснимках с помощью прибора Garmin GPS MAP 62s.

Следующий шаг – подготовка карты основы в программном обеспечении SaSPlanet. В качестве основы была выбрана топографическая карта, это связано с наличием чётких границ кварталов по сравнению с космоснимком.

Топографическая карта была подгружена в ПО ArcView в формате JPG, после чего производилась оцифровка основных автодорог для более удобного ориентирования по территории. Точки со значениями, полученными в результате измерений с помощью дозиметра, были перенесены с космоснимка на топографическую карту в виде новой точечной темы (рисунок 9).

После в атрибутивной таблице точечного слоя вносились значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в мкР/ч.

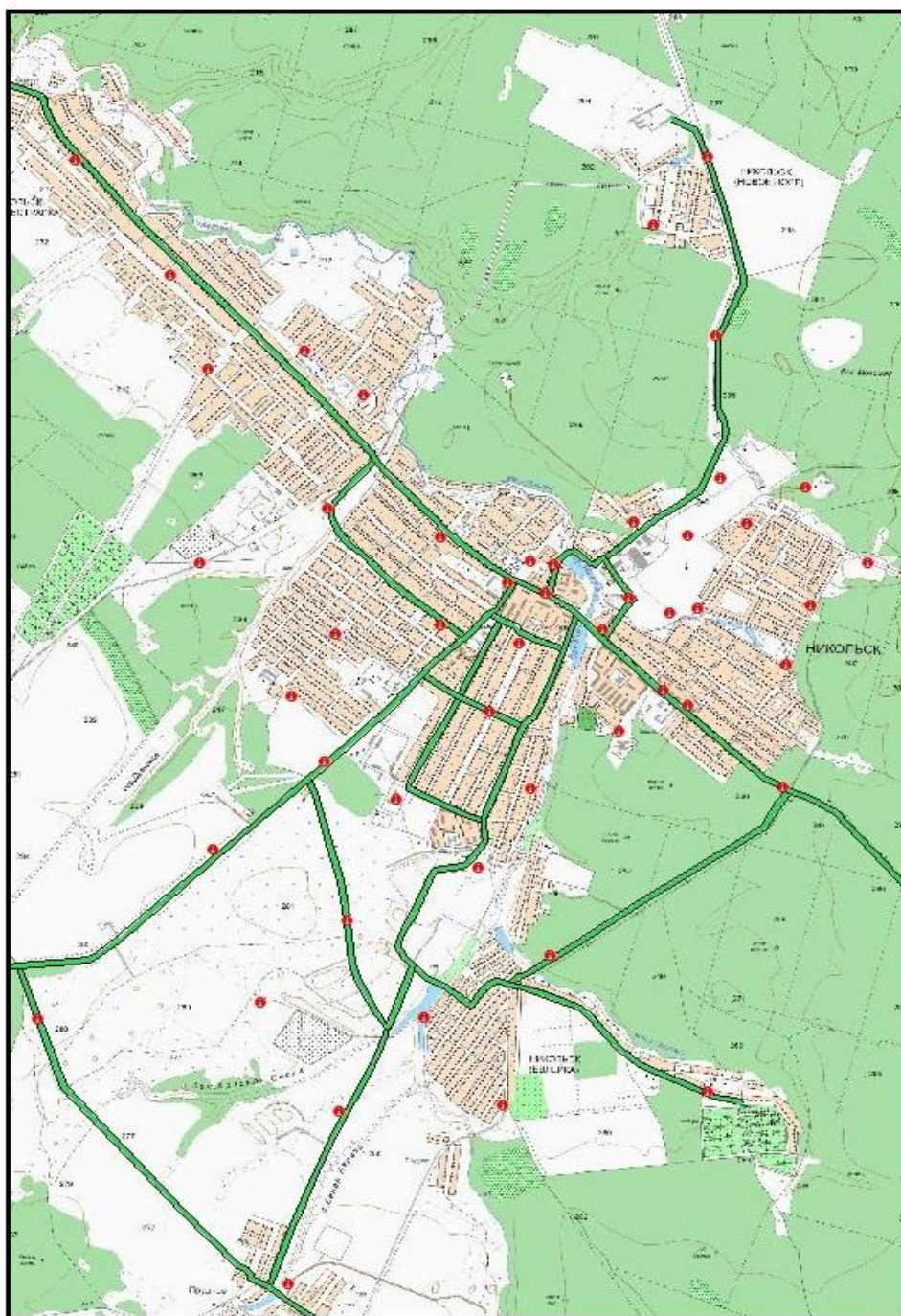


Рисунок 9 – Фрагмент топографическая карты со слоем автодорог и слоем точек замеров

Итоговым результатом стало построение интерполяционной картосхемы (рисунок 10). На ней точкой №1 обозначена территория промышленной зона предприятия ОАО «Никольский маслозавод»; точками №2,3,4 и 5 обозначена промышленная зона предприятия «Красный Гигант»; точкой №6 обозначена промышленная зона предприятия «НЗСС».



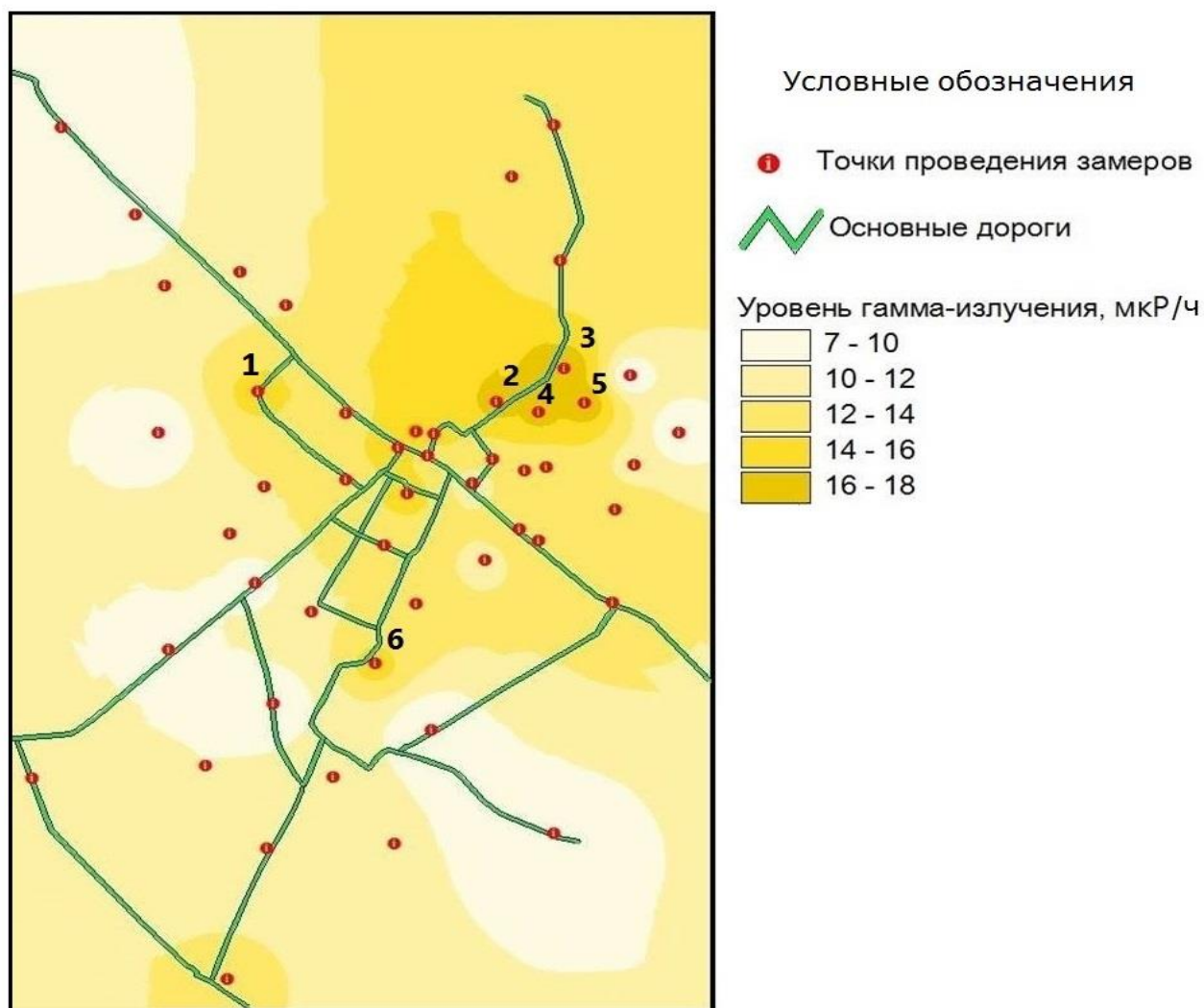


Рисунок 10 – Распределение уровня гамма-излучения на территории Никольска

В результате анализа картосхемы мощность дозы гамма-излучения были получены следующие выводы.

- При проведении замеров и построении карты не выявлено влияния радиационного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС. Это связано с тем, что у большинства элементов, выпавших на территории с радиоактивными осадками, закончился период полураспада. Преобладающими радионуклидами на территории выпадения являлись: цезий-137 (период полураспада 30 лет), стронций-90 (период полураспада 29 лет) и калий-40 (период полураспада  $1,248 \cdot 10^9$  лет) [23].



- Радиационный фон на территории города Никольска и в пригородной зоне не превышает естественные значения в 20 мкР/ч [19].

- Радиационный фон гамма-излучения на территории промышленной зоны предприятия «Красный Гигант» (точки 2 – 5 на рисунке 10) хотя и не превышает естественный фон, но сравнительно велик по отношению к значению на других участках городской территории и составляет 16 – 18 мкР/ч. Это связано низинным расположением территории и с длительной деятельностью предприятия на протяжении нескольких десятков лет, вплоть до 90-х годов и остановки производственных процессов на предприятии.

- На территориях селитебных зон уровень гамма-излучения в основном не превышает значения в 14 мкР/ч и считается вполне допустимым и не вызывает патологических изменений в живых организмах.

В результате проведённых исследований проведён анализ радиационной обстановки территории города Никольска. Описаны процесс проведения замеров радиационного фона, инструментальная база исследования, процесс нанесения точек измерения на космоснимки, подготовки карты основы и построения интерполяционной карты распределения уровня гамма-излучения на территории Никольска в ПО ArcView. Так же произведена оценка радиационного фона и произведён анализ картосхемы распределения уровня гамма-излучения на территории Никольска.

## 4 Рекомендации по планированию хозяйственного использования территории г. Никольска

### 4.1 Обеспечение радиозэкологической безопасности для проживания населения

Основную опасность для населения на территориях подвергшихся радиоактивному загрязнению более 30 лет назад [23], представляет не уровень гамма излучения, а радионуклиды в почве, способные попадать в организм человека в виде взвесей и с пылевыми частицами. Так же радиоактивные элементы перемещаются по пищевым цепям, латеральным и дифференциальным геохимическим связям благодаря их чрезвычайно высокой подвижности. При этом концентрация радионуклидов при переходе их с низших звеньев пищевой цепи на последующие повышается на порядок и выше, что и описывает правило биологического усиления.

Население города Никольска проживает на территории «Чернобыльского следа» [5,6] (Рисунок 11), поэтому необходимо планировать мероприятия для снижения поступления радионуклидов в организм человека из почвы, которая на данный момент в регионе является единственным их источником.



Рисунок 11 – Радиационное загрязнение на территории Пензенской области в 1998 году [3]

Основными путями поглощения осаждённых в почве радиоактивных частиц человеком из окружающего ландшафта являются:

- вдыхание пылевой дисперсии, поднимающихся с почвы в воздух под воздействием ветров;
- забор воды для пищевых нужд из поверхностных вод и грунтовых, расположенных близко к поверхности;
- с продуктами питания, выращенными на загрязнённой территории, посредством переноса радионуклидов по пищевым цепям.

На городской территории одним из мероприятий по снижению пылеобразования, а соответственно и попадания радионуклидов путём ингаляции, является асфальтирование всех автодорог и тротуаров, велодорожек, площадей и др. Так же целесообразно применять максимальное количество древесных, кустарниковых и особенно газонных насаждений. Растительность является своего рода защитой и ограничителем образования пыли от почвы и в свою очередь должна быть постоянно увлажненной, как и сами грунты, что обеспечивается регулярным поливом зелёных насаждений.

#### **4.2 Обеспечение радиационной безопасности при сельскохозяйственном использовании территории**

В городе Никольске сравнительно большую площадь занимает селитебные территории одноэтажной частной застройки [18]. Поэтому большое распространение имеет приусадебное земледелие, садовые участки и огороды. Выращенные на них культуры употребляются в пищу как непосредственно жителями, так и используются в качестве корма скоту.

Исходя из правила биологического усиления, наиболее интенсивное поступление радионуклидов в организм человека происходит именно с пищей, выращенной на заражённой территории, так как в ней концентрация радиоактивных элементов  $^{89,90}\text{Sr}$  и  $^{134,137}\text{Cs}$  выше, чем в воздухе с пылью либо грунтовых и поверхностных водах. Поэтому основные меры должны быть

направлены на обеспечение радиационной безопасности при сельскохозяйственном использовании территории.

Агротехнические мероприятия направлены на ограничения взаимодействия растений с радионуклидами путём изменения распределения их в почвенном профиле. В результате механического перемешивания поверхностного, наиболее загрязнённого, слоя почвы с более глубокими горизонтами снижается концентрация радионуклидов в корнеобитаемом слое почв, что приводит к уменьшению их содержания в растениях как при корневом поступлении, так и за счёт аэрального загрязнения.

В основе использования общепринятых агрохимических приемов в целях снижения содержания радионуклидов в продукции растениеводства лежат ряд процессов и факторов. В их числе:

- повышение общего плодородия почв и создание оптимальных условий минерального питания и развития растений;
- снижение подвижности и доступности радионуклидов для усвоения растениями за счет изменения физико-химических условий в почве, сдвига сорбционных равновесий и более прочного связывания твердой фазой почв;
- усиление конкурентного взаимодействия между ионами радионуклидов и их аналогов за счет увеличения концентрации последних в почве;
- изменение метаболизма растений при использовании физиологически активных веществ (регуляторы роста и т.п.).

Кроме того, агромелиоративные приемы повышают плодородие почв и создают оптимальный режим питания растений, повышают урожайность сельскохозяйственных культур. Приращение биомассы растений приводит к «биологическому разбавлению» концентрации радионуклида в продукции.

В качестве организационных контрмер могут рассматриваться оптимальное размещение с/х культур на полях севооборотов в зависимости от уровня радиоактивного загрязнения, подбор видов и сортов с/х культур, увеличение площадей, занятых под продовольственными культурами с меньшим уровнем накопления радионуклидов и т.п. Очевидно, что в этом

случае необходимый положительный эффект достигается без прямого воздействия на состояние радионуклидов в почве и их поведение в системе почва – растение. Используются морфофизиологические особенности культур, проявляющиеся в разном накоплении и неодинаковом распределении радионуклидов между отдельными частями растений. При этом межвидовые и межсортовые различия культур в накоплении и распределении радионуклидов зависят от химических свойств радионуклида и биологической роли элемента, являющегося его химическим аналогом. При загрязнении почвы  $^{137}\text{Cs}$  нужно высаживать с/х культуры и их сорта, характеризующиеся относительно низким содержанием калия, при загрязнении  $^{90}\text{Sr}$  – кальция.

Агротехнические контрмеры включают различные виды обработки почв и использование специальной техники для обработки. Их преимущество заключается в том, что данные меры легко применимы и являются традиционными приемами, широко используемыми в практике земледелия.

Обработка почв с использованием различной почвообрабатывающей техники приводит к перераспределению радиоактивных веществ в вертикальном профиле и уменьшению их концентрации в корнеобитаемом слое. Это способствует снижению загрязнения сельскохозяйственной продукции как за счет вторичного ветрового подъема и осаднения содержащих радионуклиды почвенных частиц на надземной части растений, так и при корневом пути поступления радионуклидов. Одновременно достигается уменьшение мощности экспозиционной дозы излучения в воздухе и ингаляционного поступления радионуклидов в организм животных и человека. Таким образом, данная мера может вводиться как для снижения внешнего, так и внутреннего облучения населения в ранний, промежуточный и отдаленный периоды после аварии, но максимальная эффективность достигается при первом использовании вскоре после прекращения радиоактивных выпадений.

Обычная вспашка отвальным плугом является традиционным и широко используемым в практике сельского хозяйства приемом. В результате более

или менее равномерного распределения первоначально поступивших на поверхность почвы радионуклидов в пахотном горизонте (глубина 20-30 см) происходит уменьшение их удельной активности (концентрации) в почве. При этом достигается снижение в 1-4 раза перехода радионуклидов из почвы в растения. Мощность дозы излучения в воздухе снижается в 2-10 раз.

Глубокая вспашка с оборотом пласта более эффективна, так как верхний, наиболее загрязненный, слой почвы целиком перемещается на глубину до 50 см под нетронутый пласт. Существенно (до 10 раз) ограничивает поступление радионуклидов, особенно в растения с неглубоко залегающей корневой системой. В зависимости от типа и механического состава почв, качества обработки мощность дозы излучения уменьшается в 2-20 раз.

Подобная обработка почвы может применяться лишь однократно и для её проведения необходимо наличие специальных плугов и более мощной техники. Эффективность контрмеры ниже на почвах легкого механического состава, пласт которых рассыпается в процессе обработки; происходит перемещение на поверхность менее плодородного слоя почвы, поэтому использование данной контрмеры ограничено на почвах с невысокой мощностью гумусового горизонта; возможно нарушение дренажных систем.

Снижение вторичного загрязнения растений за счет осаждения на них пыли с радионуклидами можно достигнуть путём сокращения междурядных обработок, проведения работ по влажной почве, замены механической прополки химической. Данные приемы могут применяться при разном составе загрязнения почвы с/х угодий, но более заметный эффект достигается в случае загрязнения радионуклидами, характеризующимися низкими коэффициентами накопления при корневом пути поступления в растения ( $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ , и трансураниевые элементы и др.). Эффективность этих мероприятий может быть выше в ранний и промежуточный сроки после аварии и при их введении на почвах легкого механического состава, когда с/х обработка сопровождается интенсивным пылеобразованием.

Агрохимические мероприятия по своей сути долгосрочные контрмеры и используются, главным образом, на промежуточном и отдаленном этапах аварии в целях снижения загрязнения с/х продукции долгоживущими радионуклидами с высокой биологической доступностью ( $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ ). При этом введение контрмеры, дающей хороший эффект для одного радионуклида или конкретного типа почв, необязательно будет эффективным в отношении других радионуклидов или на других типах почв.

Традиционные агрохимические приемы, которые одновременно могут рассматриваться и как контрмеры, включают: известкование кислых почв; внесение органических удобрений; внесение повышенных доз калийных удобрений; внесение повышенных доз фосфорно-калийных удобрений; внесение в почву природных минеральных сорбентов; комплексное применение вышеуказанных приемов. Известкование – метод химической мелиорации, основанный на изменении состава поглощенных катионов. При внесении известковых материалов в почву происходит нейтрализация кислотности почвенного раствора, вытеснение катионов водорода из почвенного поглощающего комплекса и насыщение его кальцием. Вследствие этого улучшаются физические и химические свойства почвы, повышается ее плодородие. В результате уменьшения кислотности почвы и увеличения емкости катионного обмена почвы снижаются подвижность некоторых радионуклидов и их переход в растения.

Данная мера легко применима, поскольку является стандартной агрохимической практикой. Ее эффективность зависит от свойств радионуклида, типа и гранулометрического состава почвы, начального значения pH, времени и кратности использования. Известкование почв с низкой кислотностью или низким содержанием обменного кальция уменьшает накопление растениями  $^{90}\text{Sr}$  и, в меньшей степени,  $^{137}\text{Cs}$ . Так, например, анализ обширных экспериментальных данных показывает, что изменение кислотности почвы в интервале pH 4.5-5.7 не оказывает заметного влияния на

накопление радионуклидов цезия, тогда как накопление растениями радиоактивного стронция в этих условиях снижается в среднем в 1.7 раза.

Лучшие результаты известкования достигаются на почвах с низкой обеспеченностью обменным кальцием (менее 2 мг-экв.  $\text{Ca}^{2+}$ /100 г почвы) и с низким относительным насыщением. При содержании обменного кальция выше 10 мг-экв/100г. почвы дополнительное внесение известковых материалов становится неэффективным.

На дерново-подзолистой песчаной и супесчаной почве эффективность известкования выше, чем на суглинистой. Влияние известковых удобрений на накопление радионуклидов в продукции проявляется и в последующие годы после их применения. На легких почвах применяют трёхлетний цикл известкования. Высокие дозы известковых удобрений (8-10 т/га) рекомендуется вносить в два приема: 0.5 дозы под вспашку и 0.5 дозы под культивацию. На легких супесчаных почвах, где растения страдают от недостатка магния, лучше вносить доломитовую муку в дозе до 10 т/га.

Возможные негативные последствия. На некоторых почвах известкование в повышенных дозах приводит к сдвигу pH до значений, которые не являются оптимальными для ряда с/х культур. Поэтому известкование должно проводиться в дозах, рассчитываемых исходя из оптимального для конкретной культуры значения pH почвы. Нейтрализация почвы может приводить так же к снижению подвижности микроэлементов.

Органические удобрения повышают плодородие почв, служат источником гумуса и легко доступных питательных веществ для растений, успешно заменяют минеральные удобрения. Оказывают, в основном, косвенное влияние на поступление радионуклидов в растения за счет эффекта «биологического разбавления» вследствие более интенсивного приращения биомассы и повышения урожайности.

Эффективность применения органических удобрений выше на малопродуктивных почвах легкого механического состава, особенно при применении в целях снижения накопления  $^{90}\text{Sr}$ . При внесении навоза в



дерново-подзолистую супесчаную почву концентрация радионуклидов в растительных тканях уменьшается в среднем в 3 раза. Внесение органических удобрений в больших количествах может привести к увеличению накопления  $^{137}\text{Cs}$  растениями, подобно тому, как это происходит на торфяных почвах.

Органические удобрения недороги, не требуют сложной техники для внесения и поэтому могут широко применяться, в том числе и в подсобном хозяйстве. Обычно это навоз, торф, прудовый ил и другие удобрения местного значения. Поскольку органические удобрения, как правило, имеют местное происхождение, при их использовании необходимо убедиться, что сами по себе они не несут повышенного радиоактивного загрязнения.

Внесение повышенных доз калийных удобрений изменяет соотношение  $\text{Cs}^+/\text{K}^+$  в почве, что увеличивает конкурентное взаимодействие ионов элементов при корневом поглощении растениями. В результате накопление  $^{137}\text{Cs}$  растениями из почв разных типов уменьшается от 2 до 5 раз, особенно при очень низком ( $< 0.5$  мг-экв/100г.) обеспечении почв доступным калием. На почвах с высоким калийным статусом эффективность метода снижается.

Улучшение калийного питания приводит и к некоторому ограничению поступления в растения  $^{90}\text{Sr}$ . Достижимый эффект заметнее на почвах с низкой концентрацией обменного калия и может быть обусловлен как увеличением содержания обменных катионов в почвенном растворе, так и «биологическим разбавлением» концентрации радионуклида в растении.

Метод сравнительно недорог, прост в применении и должен использоваться регулярно. Однако, внесение калийных удобрений в высоких дозах должно быть оптимизировано, ввиду того, что при увеличении дозы выше предела величина положительного эффекта остается практически постоянной. Не рекомендуется вносить K в дозах более 200 кг/га в год.

Внесение высоких доз фосфорно-калийных удобрений целесообразно на почвах, загрязнённых как  $^{137}\text{Cs}$ , так и  $^{90}\text{Sr}$ . Для ограничения перехода из почвы в растения  $^{90}\text{Sr}$  большее значение имеют фосфорные удобрения. При длительном систематическом внесении высоких доз суперфосфата в почву

создаются запасы фосфора, что, в свою очередь, способствует меньшему поступлению  $^{90}\text{Sr}$  из этих почв в растения из-за образования труднорастворимых фосфатов. На поступление  $^{137}\text{Cs}$  в продукцию растениеводства фосфоритная мука практически не оказывает влияния.

Применение больших доз фосфорно-калийных удобрений особенно эффективно на почвах легкого механического состава, а одних фосфорных - на выщелоченных и оподзоленных черноземах. Эффективность приема в снижении накопления радионуклидов в растениях на старопахотных почвах достигает 2,5 раз. Повышенные дозы таких удобрений вносят раз в три - четыре года, а в остальные годы - удобрения под запланированный урожай.

Внесение природных минеральных сорбентов в почвы Никольского района не предоставляется возможным, ввиду отсутствия близкорасположенных месторождений природных минеральных сорбентов. Транспортировка в район экономически невыгодна, так как радиологическая эффективность контрмеры может быть сравнительно невысока.

Внесение физиологически кислых минеральных и органических удобрений на известкованных слабокислых или кислых почвах еще больше повышает кислотность почвенного раствора, что способствует накоплению радионуклидов растениями. В таких случаях перед внесением минеральных удобрений должно быть проведено известкование почв.

Минеральные удобрения рекомендуется вносить в почву в виде нейтральных солей, а азот - в форме нитратов. Применения азота в виде аммонийных солей и жидкого аммония следует избегать, так как ион  $\text{NH}_4^+$  способен вытеснять в почвенный раствор  $^{137}\text{Cs}$ , сорбированный почвенными минералами. Внесение в почву высоких доз азотных удобрений (150-200 кг действующего вещества), особенно при несбалансированном соотношении N:P:K в почве, заметно повышает переход  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в растения. В связи с этим, необходимо увеличить дозы фосфора и калия, изменяя соотношение элементов питания как N:P:K=1:1,5:2.

Исходя из общих закономерностей поведения радионуклидов в системе почва-растение, эффективность различных агрохимических приемов определяется степенью их влияния на свойства почв. Максимальная эффективность практически всех контрмер наблюдается на малоплодородных кислых почвах легкого механического состава.

Применение комплекса агротехнических и агрохимических мероприятий более эффективно, чем отдельно взятых контрмер. Так, при совместном внесении в почву извести и органических удобрений примерно на 30% увеличивается урожай и в 2-2.5 раза снижается величина коэффициента накопления  $^{137}\text{Cs}$  растениями, причем не только в первый год, но и на второй и третий год после внесения мелиорантов в почву.

Наиболее эффективна заглубленная вспашка с оборотом пласта и одновременным внесением фосфора, калия и известкованием. Этим достигается ограничение перехода  $^{137}\text{Cs}$  в урожай с/х культур до 4-5 раз. Совместное проведение других мероприятий (известкования, внесения минеральных и органических удобрений) может снизить накопления  $^{137}\text{Cs}$  растениями не более чем в 2-3 раза. По данным 10-летних исследований на территории России, реализация комплекса мероприятий в производственных условиях обеспечивала снижение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в растениях в среднем в 2-3 раза (таблица 6).

Таблица 6 – Снижение накопления  $^{137}\text{Cs}$  в продукции растениеводства при проведении мероприятий на дерново-подзолистых и серых лесных почвах [11]

Мероприятия	Кратность снижения, раз
Заглубленная вспашка с оборотом пласта, известкование, внесение калийных и фосфорных удобрений	10
Заглубленная вспашка с оборотом пласта	10
Известкование	2
Внесение калийных и фосфорных удобрений в повышенных дозах и азотных удобрений под планируемый урожай	2.5
Внесение органических удобрений	1.5

Глинование легких по механическому составу почв	3
Совместное проведение агромелиоративных мероприятий	4-5

Решение о том, какие мероприятия (контрмеры) и в каком объеме следует применить, базируется на оценке радиологической ситуации и для каждой из них должен быть обоснован выбор оптимального варианта. Предпочтение отдается в первую очередь контрмерам, введение которых не требует существенного изменения применяемой технологии возделывания с/х культур и коренной перестройки севооборотов, традиционных для данной территории.

В свою очередь необходимы мероприятия по снижению радионуклидов в приповерхностном слое почвы на лугах и пастбищах. Следует учитывать, что в радиологических ситуациях, подобных сложившейся в регионах РФ после аварии на ЧАЭС, основной дозообразующий продукт – молоко. Именно с молоком в организм человека поступает 75-95%  $^{137}\text{Cs}$ . Остальные продукты, с точки зрения их вклада в дозу облучения населения, располагаются в следующем порядке: мясо, грибы и ягоды, картофель и овощи, хлеб.

В условиях радиоактивного загрязнения территории организация кормовой базы для с/х животных является наиболее важным звеном в производстве «чистой» продукции животноводства, т.к. позволяет ограничить переход радионуклидов уже на начальных этапах миграционной цепочки почва - растение (корм) - с/х животные - продукция животноводства - человек. Мероприятиями в кормопроизводстве, обеспечивающими получение продукции с загрязнением ниже уровней вмешательства, являются коренное улучшение лугов и пастбищ и поверхностное улучшение кормовых угодий.

В отличие от пахотных земель, где первоначально поступившие на поверхность почвы радиоактивные вещества распределяются при агротехнической обработке в пределах обрабатываемого горизонта, на естественных кормовых угодьях выпавшие радионуклиды аккумулируются дерниной и медленно перемещаются в нижележащие слои. Поэтому в почве естественных сенокосов и пастбищ радионуклиды дольше остаются в

доступной для растений форме и при одинаковой плотности загрязнения накапливаются в лугопастбищной растительности в большем количестве (в 2-5 раз), чем в продукции культурных лугов. Естественные сенокосы и пастбища следует рассматривать как критические в радиологическом отношении угодья, особенно нуждающиеся в проведении мелиорации.

Различают два способа улучшения лугов - поверхностное и коренное. На пойменных лугах, при маломощных гумусовых горизонтах и в случаях, когда вспашка плугом с заделкой верхнего слоя противопоказана из-за развития эрозионных процессов, рекомендуется проводить поверхностное улучшение кормовых угодий, предусматривающее разрушение дернины, внесение удобрений и мелиорантов, подсев многолетних трав. При коренном улучшении дернина удаляется с поверхности и перемещается на глубину в почву, что способствует снижению мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, уменьшению концентрации радионуклидов в обрабатываемом горизонте, получению чистых кормов и, соответственно, животноводческой продукции с меньшим содержанием радионуклидов.

Для поверхностного и коренного улучшения лугов используются в основном традиционные агромелиоративные технологии. Особенностью их применения в условиях радиоактивного загрязнения земель является внесение повышенных доз известковых материалов, калийных и фосфорных удобрений. Комплекс мероприятий, обеспечивающий снижение перехода радионуклидов в луговую травостой, включает агротехническую обработку дернины и почвы, агрохимические мероприятия (внесение удобрений и мелиорантов) и подбор видов трав, характеризующихся меньшим накоплением радионуклидов.

Поверхностное улучшение кормовых угодий включает следующие технологические операции:

- внесение на поверхность почвы лугов известковых материалов;
- внесение фосфорно-калийных удобрений и стартовой дозы азота;
- дискование или фрезерование дернины, прикатывание;
- высев травосмесей с последующим прикатыванием.

Коренная мелиорация лугов может осуществляться обычным способом с предварительным возделыванием однолетних трав, либо ускоренным способом, когда многолетние травы высеваются сразу после обработки дернины. Выбор способа улучшения в каждом конкретном случае осуществляется с учетом ландшафтных и почвенных условий и плотности загрязнения земельных угодий.

Коренное улучшение лугов и пастбищ предусматривает следующие технологические операции:

- внесение 1/2 нормы известковых материалов на поверхность;
- дискование или фрезерование дернины;
- ярусная вспашка с заделкой дернового слоя;
- внесение фосфорно-калийных удобрений и стартовой дозы азота;
- посев травосмесей с последующим прикатыванием.

Помимо агротехнических работ, должны выполняться обычные агрохимические мероприятия, улучшающие условия развития травостоя и, соответственно, повышающие его продуктивность. Высокие дозы (200-300 кг действующего вещества на 1 га) калийных и фосфорных удобрений можно вносить один раз в 3-4 года.

При коренном улучшении лугов поступление радионуклидов в фитомассу зависит от почвенного покрова, водного режима почв, состояния травостоя и его видового состава. Подбор трав проводится с учетом районирования злаковых трав, что обеспечивает получение более высоких урожаев.

Коренное улучшение естественных лугов и пастбищ обеспечивает снижение перехода  $^{137}\text{Cs}$  в лугопастбищную растительность до 10-15 раз. Эффективность коренного улучшения зависит от ряда факторов, в том числе от типа лугов, характеристик почв, качества выполнения работ и используемой технологии обработки почвы. Поверхностная мелиорация кормовых угодий менее эффективна и приводит к уменьшению накопления  $^{137}\text{Cs}$  растениями в 2-3 раза. Проведение коренной мелиорации лугов и пастбищ на территории Восточно-уральского радиоактивного следа (ВУРС)

позволило снизить в 2-5 раз содержание Sr в растениях, используемых в качестве кормов для сельскохозяйственных животных.

Анализ влияния агрохимических мероприятий на уменьшении накопления  $^{137}\text{Cs}$  луговой и пастбищной растительностью показал, что при систематическом внесении повышенных доз минеральных удобрений и извести может наблюдаться и ряд негативных эффектов:

– многократное известкование почвы приводит к значительному (в 2-4 раза) снижению концентрации в растениях ряда микроэлементов, что может усугубить их дефицит в рационе животных и человека и ухудшить технологические качества получаемой продукции;

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведённой работы были сделаны следующие выводы.

Исходя из выше сказанного, радиационное загрязнение относится к физическому типу загрязнений. Термин «радиация» обозначает не только радиационное излучение, но и множество других процессов в природе. Для

более точного разграничения был введён термин «ионизирующее излучение», под которым понимается излучение, которое при взаимодействии со средой образует заряженные атомы и молекулы-ионы. Ионизирующее излучение разделяется на два основных типа - корпускулярное и фотонное, к которому и относится гамма-излучение, измеряемое в процессе исследований. Оно представляет собой электромагнитное излучение высокой энергии и обладает наибольшей проникающей способностью. Ионизирующее излучение может быть как природного происхождения, так и антропогенного. Существует несколько путей попадания радионуклидов в организм человека. Радионуклиды влияют на здоровье человека как прямо (повышенный радиационный фон территории), так и косвенно (попадая в организм с пищей). Естественный радиационный фон составляет 20 мкР/ч, это связано с тем, что в Земле есть элементы, в которых имеются природные радиоактивные изотопы, например ванадий, рубидий, калий и др. Помимо естественных источников ионизирующего излучения существуют и многочисленные антропогенные, связанные с использованием атома для получения энергии. Этими источниками являются ядерные испытания, деятельность предприятий ЯТЦ, АЭС и предприятия по переработке выгоревшего ядерного топлива, предприятия по добыче и переработки различных ископаемых материалов. Преобладающими радионуклидами на территории выпадения являются: цезий-137, стронций-90 и калий-40. Оседая на поверхность земли по направлению движения облака, продукты выбросов создают радиоактивный участок, называемый радиоактивным следом. Плотность заражения в районе выброса и по следу движения радиоактивного облака убывает по мере удаления от центра взрыва. Форма следа может быть самой разнообразной, в зависимости от окружающих условий, направления движения воздушных масс и рельефа территории. Образование радиоактивных пятен связано с самоочищением загрязнённой атмосферы, которое происходит тремя путями: сухим гравитационным осаждением,



осаждением с атмосферными осадками и искусственным осаждением высокоактивными аэрозолями.

На территории РФ существует Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки (ЕГАСМРО), которая выполняет функцию информационной поддержки деятельности органов государственной власти и управления всех уровней по обеспечению радиационной безопасности. В состав участников ЕГАСМРО входят Федеральные органы исполнительной власти: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), ОАСКРО Госкорпорация «Росатом» и Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Так же в рамках данной системы был создан сайт, на котором расположена интерактивная карта радиационной обстановки на территории РФ, на которой ежедневно отображаются актуальные замеры. Регистрация радиоактивного излучения производится по эффектам его воздействия на вещество. Основными методами регистрации являются: фотографический, ионизационный, люминесцентный, оптический, калориметрический, совокупность химических методов. Количественные и качественные показатели радиоактивного излучения, основанные на тех или иных методах регистрации, измеряются радиометрами, дозиметрами, спектрометрами и спектрометрическими комплексами.

Город является районным центром Никольского района. Территория района сложена четвертичными и меловыми отложениями. По характеру рельефа территория – возвышенная равнина. Климат – умеренно-континентальный. Территория Никольского района относится к лиственно-лесной зоне, наибольшую площадь (82,9%) занимают серые лесные почвы. Подводя итог геоэкологической оценки, можно сказать, что район располагает благоприятными условиями, необходимыми для развития промышленности, с/х и других отраслей народного хозяйства. На территории Никольского района осуществляет деятельность 9 промышленных предприятий разной направленности. Природные условия и хозяйственное освоение стали

определяющими факторами для выделения функциональных и территориальных зон. На территории Никольска расположены функциональные зоны следующих видов: жилые, центральные общественно-деловые и коммерческие зоны, производственные и коммунальные зоны, природно-рекреационные зоны, зоны специального назначения. Для города Никольска характерно почти полное соответствие функциональных и территориальных зон. Различие заключается лишь в том, что на схеме градостроительного зонирования показаны зоны перспективного развития жилой застройки (Ж4).

В четвёртой главе – произведён анализ радиационной обстановки территории города Никольска. Описаны процесс проведения замеров радиационного фона, инструментальная база исследования.

Таким образом, при проведении замеров и построении карты не выявлено влияния радиационного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС. Это связано с тем, что у большинства элементов, выпавших на территории с радиоактивными осадками, закончился период полураспада. Радиационный фон на территории города Никольска и в пригородной зоне превышает естественные значения в 20 мкР/ч только в одном месте - на территории городской свалки, так же является относительно высоким (16 – 18 мкР/ч) на территории промышленных зон и наиболее вероятно, что он связан с деятельностью предприятий.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Вострова М. А. Никольск - хрустальное сердце России / М. А. Вострова. – М. : Издательско-полиграфический комплекс «Пензенская правда», 2014. – 122 с.
- 2 Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: Справ. Изд. / В. А. Баженов, Л. А. Булдаков и др.; - Л.: Химия, 1990. – 464 с.
- 3 Географический атлас Пензенской области. – М.: Дрофа; ДиК, 1998. – 40 с.: ил., карт.
- 4 Географический атлас Пензенской области / Курицын И. И. – П.: «Областной издательский центр», 2005. – 60 с.: ил., карт.
- 5 Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области в 2016 году».
- 6 Дайсон Д. Призрак Чернобыля/ Ридерз Дайджест. Апрель 2006.-М.: Издательский Дом Ридерз Дайджест, 2006. – 167 с.
- 7 Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://egasmro.ru/ru/>
- 8 Журавлев, В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ / В.Ф. Журавлев – М.: Наука, 1992.- 156 с.
- 9 Земельный Кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (ЗК РФ) [Электронный ресурс] (с изм. и доп.) // Гарант : [сайт информ.-правовой компании]. – [М., 2008]. – Режим доступа: <http://www.base.garant.ru/12124624.htm>.
- 10 Кислов М. Н. Организация мероприятий по измерению радиационного фона в местах пребывания населения: Методическое пособие / М. В. Кислов, С. Н. Стародубец, Н. Н. Белоус – М. : ИБРАЭ РАН, 2012. – 38 с.
- 11 Козьмин Г. В. Основы ведения сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения: Учебное пособие / Г.В. Козьмин, С.В. Круглов,

Б.И. Яцало, А.С. Зенкин, Б.И. Сынзыныс – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 184 с.

12 Микяшина Т. Е. Путеводитель по памятным и историческим местам Никольского района / Т. Е. Микяшина, М. Н. Аргунова. – М. : «Межпоселенческий центральный районный библиотечно-досуговый центр», 2010. – 24 с.

13 Мирончик А. Ф. След Чернобыля / Издательство Меридиан. Т.5-6. – М.: МА БГТ. – 273 с.

14 Москалев А. А. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов / А. А. Москалев. – М., 1989. – 230 с.

15 Народная энциклопедия городов и регионов России «Мой Город» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mojgorod.ru/penzenk\\_obl/nikolskp/index.html](http://www.mojgorod.ru/penzenk_obl/nikolskp/index.html).

16 Реймерс Н. Ф. Природопользование : Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637с.

17 Руководство по ведению лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения от аварии на Чернобыльской АЭС (на период 1997 - 2000 гг.)

18 Сайт Администрации Никольского района [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nikolsk.pnzreg.ru>.

19 СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 от 7 июля 2009 года № 47. М.:, 2009. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_90936/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90936/).

20 Тетиор А. Н. Строительная экология : Учебное пособие для студентов строительных специальностей / А. Н. Тетиор. - Киев : УМК ВО, 1991. - 276 с.

21 Фрянзин Б. Н. Развитие муниципального образования Никольский район на январь 2016 года / Б. Н. Фрянзин – М.: «Межпоселенческий центральный районный библиотечно-досуговый центр», 2015. – 16 с.

22 Яблоков А. В. Ядерно-радиационная безопасность: основные проблемы / Яблоков А. В. – Бюллетень Моск. ИСАР. №8. М.: Изд-во СоЭС, 1999. – 38 с.

23 G. Audi, O. Bersillon, J. Blachot and A. H. Wapstra (2003). «The NUBASE evaluation of nuclear and decay properties». NuclearPhysics A 729: 3–128. DOI:10.1016/j.nuclphysa.2003.11.001