

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Факультет географии и геоинформатики
Кафедра почвоведения и геоинформационных систем

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

_____ Червань А. Н.

«27» октября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

_____ Кольмакова Е.Г.

«23» ноября 2023 г.

Мониторинг земель

Электронный учебно-методический комплекс
для специальности:

1-56 02 02 «Геоинформационные системы»

Регистрационный № 2.4.2-24/376

Составители:

Смыкович Л.И., кандидат географических наук, доцент;

Червань А.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
30.11.2023 г., протокол № 3.

Минск 2023

УДК 631.42-047.36(075.8)+502.521-047.36(075.8)
М 773

Утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
Протокол № 3 от 30.11.2023 г.

Решение о депонировании вынес:
Совет факультета географии и геоинформатики
Протокол № 4 от 23.11.2023 г.

С о с т а в и т е л и:

Смыкович Людмила Ивановна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем БГУ;

Червань Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой почвоведения и геоинформационных систем БГУ.

Рецензенты:

кафедра географии и экологии человека Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка (зав. кафедрой Таранчук А.В., кандидат географических наук, доцент);

Путятин Ю.В., заведующий лабораторией РУП «Институт почвоведения и агрохимии», доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Мониторинг земель : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-56 02 02 «Геоинформационные системы» / БГУ, Фак. географии и геоинформатики, Каф. почвоведения и геоинформационных систем ; сост.: Л. И. Смыкович, А. Н. Червань. – Минск : БГУ, 2023. – 120 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 119–120.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) предназначен для студентов, обучающихся по специальности 1-56 02 02 «Геоинформационные системы». Содержание ЭУМК предполагает повышение эффективности управления образовательным процессом и самостоятельной работой студентов по освоению учебной дисциплины «Мониторинг земель» с помощью внедрения в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, обеспечение качественной подготовки высококвалифицированных специалистов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	6
1.1. Правовое регулирование мониторинга окружающей среды.....	6
1.2. Понятие «мониторинг окружающей среды»	8
1.3. Обеспечение развития и функционирования НСМОС на государственном уровне.....	9
1.4. Виды мониторинга НСМОС.....	17
1.5. Порядок проведения видов мониторинга НСМОС.....	24
1.6. Современное состояние почвенно-земельных ресурсов Беларуси	27
1.7. Мониторинг земель	74
1.8. Агрочувствительный мониторинг	81
1.9. Мониторинг техногенного загрязнения земель.....	91
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	106
Практические работы	106
Задание 1. Анализ пространственно-временной структуры земельного фонда административно-территориальной единицы Республики Беларусь.....	106
Задание 2. Пространственно-временной анализ загрязнения почв городов тяжелыми металлами.....	111
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	112
3.1 Перечень тестов и контрольных заданий.....	112
3.2 Вопросы к зачету по дисциплине.....	114
3.3 Организация самостоятельной работы.....	115
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	117
4.1 Учебно-методическая карта.....	117
4.2. Рекомендуемая литература	119
4.3 Электронные ресурсы	119

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Мониторинг земель» предназначен для реализации требований образовательных программ, образовательного стандарта и учебного плана по специальности 1-56 02 02 «Геоинформационные системы». Его наличие обеспечивает стабильность качества образовательного процесса и является методической основой для обеспечения эффективной самостоятельной работы студентов.

ЭУМК по учебной дисциплине «Мониторинг земель» создан на научно-методическом и программно-техническом уровнях, соответствующих современным информационно-коммуникационным технологиям и призван обеспечить реализацию учебных целей и задач на всех этапах образовательного процесса по данной дисциплине.

Назначение – реализация требований образовательного стандарта и учебной программы, обеспечение непрерывности и полноты процесса обучения, систематизации и контроля знаний по учебной дисциплине «Мониторинг земель».

Цель ЭУМК – повышение эффективности управления образовательным процессом и самостоятельной работой студентов по освоению учебной дисциплины «Мониторинг земель» с помощью внедрения в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, обеспечение подготовки высококвалифицированных специалистов.

Область применения – на лабораторно-практических занятиях по курсу «Мониторинг земель», в ходе самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям, текущему и итоговому контролю знаний по разделам дисциплины, ориентация в выполнении управляемой самостоятельной работы.

Функциональные возможности ЭУМК – средство ориентации в содержании дисциплины «Мониторинг земель» и порядке изучения учебного материала, освоение теоретического и практического материала, подготовка к контролю знаний. Весь материал ЭУМК структурирован по разделам таким образом, чтобы знаниями по учебной дисциплине «Мониторинг земель» студент мог овладеть самостоятельно. ЭУМК по учебной дисциплине «Мониторинг земель» включает 4 основных раздела: теоретический, практический, контроля знаний и вспомогательный.

Теоретический раздел ЭУМК содержит конспект лекций для теоретического изучения учебной дисциплины, на основе пособия «Мониторинг земель»: учебное пособие / Л.И. Смыкович [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/298141>. – Дата доступа: 13.11.2023.

Практический раздел ЭУМК включает варианты заданий для проведения лабораторно-практических занятий.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы к контролю знаний и к аттестации, позволяющие определить соответствие результатов учебной

деятельности обучающихся требованиям образовательного стандарта и учебно-программной документации по специальности. Данный раздел включает: варианты контрольных заданий, вопросы к зачету, перечень заданий и контрольных мероприятий управляемой самостоятельной работы.

Вспомогательный раздел ЭУМК содержит ссылки на учебные программы по учебной дисциплине «Мониторинг земель».

ЭУМК по учебной дисциплине «Мониторинг земель» предназначен для преподавателей, студентов, аспирантов, магистрантов, изучающих географические, экономические и сельскохозяйственные науки.

Дисциплина «Мониторинг земель» раскрывает основы современного учения о мониторинге земель; содержит сведения об изменении состава, структуры, состояния земельных ресурсов, о распределении земель по категориям, землепользователям и видам, а также об их химическом загрязнении. Мониторинг земель в Беларуси представляет собой систему постоянных наблюдений за состоянием земель и их изменением под влиянием природных и антропогенных факторов. В целях своевременного выявления, оценки и прогнозирования изменений земельного фонда, предупреждения и устранения последствий негативных процессов, определения степени эффективности мероприятий, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия почв, защиту земель от негативных последствий проводится сбор, передача и обработка информации. Одно из основных направлений государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды – обеспечение непрерывного функционирования Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС), обеспечение права граждан на благоприятную окружающую среду и возмещение вреда, причиненного нарушением этого права. Основные проблемы, связанные с использованием почв и земель: 1) деградация почв и земель; 2) химическое загрязнение почв городов; 3) химическое загрязнение почв сельскохозяйственных земель; 4) изменение структуры земельного фонда.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1. Правовое регулирование мониторинга окружающей среды

Мониторинг окружающей среды (в том числе мониторинг земель как его неотъемлемая составляющая) ведется в соответствии со следующими нормативными правовыми актами:

Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г., № 425-З;

Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды»;

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.04.1993 г. № 247 «О создании национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь»;

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.03.2007 № 386 «Об утверждении Положения о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь мониторинга земель и использования его данных»;

Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 22.12.2009 № 68 «Об утверждении Инструкции об организации работ по проведению мониторинга земель»;

Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 03.11.2014 № 25 «Об утверждении Положения об информационно-аналитическом центре мониторинга земель Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь»;

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.04.2015 № 361 «О некоторых вопросах предотвращения деградации земель (включая почвы)»;

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.03.2016 № 205 (ред. от 23.11.2016) «Об утверждении Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016 - 2020 годы» и др.

В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года основными составляющими экологической политики являются: обеспечение экологической безопасности и сохранение благоприятной окружающей среды; рациональное использование природно-ресурсного потенциала; сохранение биологического и ландшафтного разнообразия; эффективное обращение с отходами.

Приоритетными направлениями государственной политики являются:

- создание системы управления экологическими рисками природного и техногенного характера,

- формирование нормативной правовой базы по обеспечению экологической безопасности;
- нормирование величины нагрузок на окружающую среду и регулирование их пространственного распределения;
- усиление контроля за соблюдением нормативов допустимого воздействия на окружающую среду;
- интеграция функции планирования природоохранной деятельности в систему планирования отраслевого и территориального социально-экономического развития.

При этом в области развития НСМОС приоритетными задачами белорусского государства являются:

- развитие национальной системы мониторинга окружающей среды, контроля в области охраны окружающей среды, направленных на предупреждение загрязнений или иных негативных воздействий вместо нейтрализации их последствий;
- внедрение в национальную систему мониторинга окружающей среды многомерных географических информационных систем, смарт-карт и других технологий;
- расширение международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности путем присоединения и ратификации актуальных для республики международных договоров и соглашений, проведение совместных научных исследований и разработок, внедрение международных экологических стандартов.

Для устойчивого использования земельных ресурсов предусмотрены следующие действия:

- разработка концепции государственной политики в области использования и охраны земель до 2030 года и государственной программы повышения эффективности использования и охраны земельных ресурсов;
- наращивание кадрового потенциала путем оптимизации программ высшего образования, экономического стимулирования обучения специалистов по II ступени высшего образования и I ступени послевузовского образования;
- модернизация и развитие земельно-информационной системы на основе диверсификации решаемых задач, использования современных технологий сбора, обработки, хранения и предоставления данных;
- создание отечественного профиля базовой модели земельного администрирования ISO 19152:2012 «Географическая информация – модель предметной области для управления недвижимостью» (LADM);
- развитие национальной инфраструктуры пространственных данных с учетом опыта по реализации директивы Европарламента и Совета Европы 2007/2/ЕС от 14 марта 2007 г. «О создании инфраструктуры пространственных данных в Европейском сообществе» (INSPIRE);
- развитие электронных административных регламентов и инструментов общественных обсуждений решений, принимаемых местными

исполнительными комитетами по вопросам землепользования, землевладения и градостроительства;

– совершенствование государственного кадастрового учета земель в части упрощения классификации земель по видам с учетом международного опыта, включая правовое закрепление органических видов сельскохозяйственных земель;

– оптимизация площади земель под застройкой, дорогами и иными транспортными коммуникациями с соблюдением принципов компактности и сбалансированности городских территорий, ступенчатого развития социальной инфраструктуры городов;

– создание эффективной системы государственного контроля за использованием и охраной земель на основе использования данных дистанционного зондирования земли, географических информационных систем и краудсорсинговых ИТ-технологий;

– совершенствование нормативной правовой базы в области охраны и использования земель, включая разработку Закона Республики Беларусь «Об охране земель (почв)» и др.

1.2. Понятие «мониторинг окружающей среды»

Понятие «мониторинг окружающей среды» было впервые введено на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде, состоявшейся 5-16 июня 1972 г. На этом международном форуме впервые обсуждалась концепция устойчивого развития, которая в настоящее время является наиболее популярной концепцией развития человечества. По результатам конференции была разработана Стокгольмская декларация, установившая 26 принципов сохранения окружающей среды. В честь дня начала проведения конференции – 5 июня - установлен Всемирный день окружающей среды.

Этимология слова «мониторинг»: термин произошел от латинского monitor, что означает «тот, кто напоминает; советник; надсмотрщик»; monere - «напоминать, предупреждать; предостерегать». Мониторингом предложено называть систему повторных наблюдений за одним и более элементом природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой.

НСМОС создана в 1993 г. на базе разработанных в течение предыдущих десятилетий систем наблюдений за состоянием и загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, лесов, животного и растительного мира, геологической среды, за сбросами сточных вод и выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников промышленных и иных предприятий и т.д. Основной целью создания НСМОС явилось обеспечение всех уровней управления необходимой экологической информацией для определения стратегии природопользования и принятия оперативных управленческих решений, направленных на обеспечение населения благоприятными условиями проживания. А также важной целью

является получение и предоставление полной, достоверной и своевременной экологической информации всем жителям страны.

То, что НСМОС была создана вскоре после объявления государственного суверенитета Республики Беларусь 25 августа 1991 г. говорит о признании важности охраны окружающей среды, в т.ч. - развития мониторинговых наблюдений за состоянием окружающей среды на государственном уровне. Под влиянием международного сообщества, прежде всего европейского, Республика Беларусь как субъект международного права подключилась к реализации важнейших инициатив ООН, одной из которых является экологическая [2]. Эта инициатива направлена на охрану окружающей среды, защиту озонового слоя, запрещение токсичных химических веществ и др. Одним из основных направлений государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды является обеспечение непрерывного функционирования Национальной системы мониторинга окружающей среды [3].

В ст.1 закона «Об охране окружающей среды» введено понятие «мониторинг окружающей среды», под которым понимается «система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов» [4]. Несколько важных моментов, вытекающих из данного определения, заключаются в следующем: во-первых, мониторинг окружающей среды имеет сложную системную организацию (система наблюдений), которая предполагает наличие структурированности, иерархичности (соподчиненности), управления, связей между компонентами системы и ряд других системных характеристик. Во-вторых, наблюдения за комплексом характеристик (свойств) объекта, оценка состояния объекта и прогноз его функционально-динамических параметров – суть составные части мониторинга окружающей среды. В-третьих, среди изучаемых факторов загрязнения (воздействия) выделены природные и антропогенные. При этом под загрязнением окружающей среды понимается поступление, нахождение и (или) возникновение в ее компонентах веществ, физических факторов, микроорганизмов, свойства, местоположение или количество которых приводят к отрицательным изменениям физических, химических, биологических и иных показателей состояния окружающей среды, в том числе к превышению нормативов в области охраны окружающей среды. То есть в качестве загрязнителей выделяются не только вещества, как наиболее привычные, интуитивно понимаемые загрязнители, но также и физические факторы (энергия, шум, излучение и др.), и микроорганизмы. И для того, чтобы определить степень загрязнения объекта, выработаны критерии – нормативы по содержанию веществ, по воздействию физических факторов и т.д. (нормативы качества окружающей среды (ПДК/ОДК), нормативы допустимого воздействия на окружающую среду (ПДВ, ОБУВ) и др.).

1.3. Обеспечение развития и функционирования НСМОС на государственном уровне

Создание, функционирование и развитие НСМОС, начиная с 1997 г., реализуется в рамках 3 государственных программ: «Государственной Программы Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 1997 – 2005 годы», «Государственной Программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2006-2010 годы», «Государственной программы обеспечения функционирования и развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2011 - 2015 годы», а также подпрограммы «Обеспечение функционирования, развития и совершенствования Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» в рамках Государственной программы "Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов на 2016 - 2020 годы", и подпрограммы «Национальная система мониторинга окружающей среды» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 годы.

Государственные программы 1997-2005 гг., 2006-2010 гг. и 2011-2015 гг. были направлены на создание и развитие системы мониторинга окружающей среды. Их цель – обеспечение республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов и общественности своевременной, полной, достоверной, соответствующей требованиям времени, информацией о состоянии природных компонентов и комплексов. Это необходимо для реализации государственной политики в области охраны окружающей среды и рационального природопользования, обеспечения экологической безопасности и устойчивого социально-экономического развития, выполнения международных обязательств Республики Беларусь. Программы базируются на законодательстве Республики Беларусь об охране окружающей среды. При разработке программ учитывались основные положения социально-экономического развития Республики Беларусь, Национального плана действий по охране окружающей среды, Национального плана действий по гигиене окружающей среды, других программных и директивных документов.

В ходе выполнения Государственных программ по созданию, развитию и функционированию НСМОС была разработана нормативная правовая база, включающая более двадцати нормативных правовых актов, регулирующих порядок функционирования системы мониторинга окружающей среды в целом и отдельных видов мониторинга, входящих в ее состав;

сформирована организационная структура системы мониторинга окружающей среды, включающая республиканские органы государственного управления, ответственные за организацию и проведение видов мониторинга;

определен единый координирующий орган - Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь;

созданы главный информационно-аналитический центр (ГИАЦ)НСМОС и информационно-аналитические центры (ИАЦ) видов мониторинга;

обеспечены регулярные наблюдения за состоянием окружающей среды на сети пунктов наблюдений, включающих: 207 наблюдательных створов на 71

реке (в том числе - на трансграничных участках рек), 14 озерах, 10 водохранилищах; 156 пунктов наблюдений за подземными водами; 55 постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в 16 промышленных городах, а также на станции фоновом мониторинга (Березинский биосферный заповедник) и станции трансграничного мониторинга на западной границе государства (Высокое); 182 пункта наблюдений за химическим загрязнением почв на городских и сельскохозяйственных землях и в зоне влияния автомобильных дорог, 12 пунктов наблюдений за изменением агрохимических свойств почв сельскохозяйственного назначения, 20 пунктов наблюдений за состоянием мелиорированных и других эрозионноопасных земель; 1415 пунктов учета и 80 постоянных пробных площадок сети экологического мониторинга лесов, 189 пунктов наблюдений мониторинга лесов на избыточно увлажненных землях, 7 стационаров лесного мониторинга на мелиорированных лесных землях; 63 пункта наблюдений, 123 реперные площадки, 19 ландшафтно-геохимических полигонов радиационного мониторинга; 87 пунктов наблюдений геофизического мониторинга. Сеть пунктов наблюдений постоянно совершенствуется и развивается;

создана и включена в международную озонометрическую сеть станция наблюдения за общим содержанием атмосферного озона над территорией республики и его вертикальным распределением;

начата поэтапная организация (с 2000 г.) локального мониторинга окружающей среды на объектах, являющихся наиболее существенными загрязнителями атмосферного воздуха, земель, поверхностных и подземных вод.

Выполнение программ позволило решить следующие основные задачи:

осуществляются регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в городах с населением двадцать и более тысяч человек, с охватом наблюдениями не менее 87 % численности населения, проживающих в этих городах (по состоянию на 2020г.), по перечню параметров, соответствующему международным;

поэтапный переход к проведению мониторинга атмосферного воздуха и оценки его загрязнения в соответствии с международными стандартами (ВОЗ, ЕС) за счет внедрения автоматизированных систем непрерывного измерения основных загрязняющих веществ в воздухе крупных городов и промышленных центров;

формирование сети наблюдений за трансграничным атмосферным переносом загрязняющих веществ, внедрение систем дистанционного зондирования для оценки трансграничного переноса загрязнений в атмосфере;

организация регулярных наблюдений на наиболее важных в природоохранном, рыбохозяйственном и рекреационном отношениях озерах и водохранилищах, а также оптимизация сети наблюдений на водотоках с учетом изменившейся антропогенной нагрузки;

внедрение в систему мониторинга поверхностных вод современных методов, используемых в международной практике, направленных на оценку их состояния и качества;

развитие трансграничного мониторинга поверхностных вод в соответствии с международными соглашениями Республики Беларусь в области охраны и использования трансграничных вод, организация наблюдений за расходами воды для оценки трансграничного массопереноса загрязняющих веществ;

оснащение пунктов наблюдений сети мониторинга подземных вод приборами автоматической регистрации их уровня, а также организация оперативного анализа неустойчивых во времени показателей качества подземных вод;

обеспечение во всех областных и районных центрах страны проведения локального мониторинга сбросов сточных вод, а также подземных вод в местах размещения экологически опасных объектов, в том числе полигонов промышленных и бытовых отходов;

обеспечение регулярных наблюдений за качеством подземных вод в местах размещения захоронений непригодных пестицидов, разработка прогнозов их влияния на состояние подземных вод;

создание единой сети мониторинга химического загрязнения земель на различных по характеру хозяйственного использования и видам воздействия землях;

поэтапное развертывание сети наблюдений за химическим загрязнением почв в местах влияния наиболее существенных источников их загрязнения в рамках локального мониторинга окружающей среды;

создание оптимальной сети и организация наблюдений за эродированными и эрозионно опасными землями, а также развитие системы наблюдений, в том числе с использованием методов дистанционного зондирования, за состоянием почвенного и растительного покрова на землях, подвергшихся осушительной мелиорации;

обеспечение дальнейшего развития мониторинга лесных экосистем с использованием международных стандартов;

оценка воздействия трансграничного переноса загрязняющих веществ на состояние лесов;

формирование оптимальной сети и организация наблюдений за биоразнообразием растительного мира, состоянием ресурсобразующих и охраняемых видов растений и грибов, луговой и водной растительности, а также защитных древесных насаждений и зеленых насаждений на землях населенных пунктов;

создание оптимальной сети и организация наблюдений за биоразнообразием животного мира, популяциями диких животных, относящихся к объектам охоты и рыболовства, а также включенных в Красную книгу Республики Беларусь и охраняемых в соответствии с международными обязательствами;

обеспечение в рамках мониторинга озонового слоя наблюдений за содержанием в атмосфере диоксида азота и аэрозоля, создание пунктов наблюдений за уровнем приземного солнечного биологически активного ультрафиолетового излучения;

расширение системы локальных сетей полигонов наблюдений за состоянием гравитационного и магнитного полей Земли в рамках геофизического мониторинга;

организация на сети радиационного мониторинга наблюдений за содержанием радиоактивных изотопов свинца – 210 и радона;

разработка методических подходов и создание сети комплексного мониторинга экосистем (лесных, водных, болотных, луговых и других) на особо охраняемых природных территориях, в том числе во всех заповедниках и национальных парках, а также в заказниках республиканского значения, имеющих международный статус или находящихся под значительным антропогенным воздействием;

организация наблюдений за комплексным воздействием транспорта и автомобильных дорог на состояние окружающей среды;

обеспечение устойчивого функционирования системы сбора, обработки и представления информации для потребителей различного уровня, разработка оценок и прогнозов состояния окружающей среды и воздействия на нее природных и антропогенных факторов по данным наблюдений НСМОС, оснащение информационно-аналитических центров видов мониторинга и главного информационно-аналитического центра современным программным и компьютерным оборудованием.

К 2016 году была сформирована организационная структура НСМОС, нормативно закреплены принципы организации сетей и регламенты наблюдений, состав экологической информации, порядок ее получения и предоставления потребителям различного уровня. Созданы и устойчиво функционировали 12 видов мониторинга, в рамках которых выполнялась оценка состояния компонентов ландшафта и основных природных комплексов. Разработан и задействован механизм сбора, передачи, обработки, анализа, хранения и обмена мониторинговой информацией.

Начиная с 2016 г. обеспечение функционирования, развития и совершенствования НСМОС осуществляется в рамках подпрограмм в составе Государственных программ «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на пятилетний период (2016-2020 и 2021-2025 гг.). Снижение «ранга» мониторинговых исследований в природоохранной политике государства свидетельствует о том, что интенсивное строительство системы мониторинга окружающей среды завершено, и сейчас процесс перешел в стадию поддержания ее эффективного функционирования и развития. Основной целью Государственных программ стало обеспечение охраны окружающей среды, рационального природопользования, экологической безопасности страны и перехода к «зеленой» экономике, а также выполнения международных обязательств Республики Беларусь в области охраны окружающей среды. Для достижения этой цели необходимо выполнение, в том числе, следующих задач:

сохранение естественных экологических систем, биологического и ландшафтного разнообразия, обеспечение функционирования системы особо охраняемых природных территорий;

обеспечение эффективного функционирования и развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь для получения достоверной и комплексной информации, подготовки на ее основе оценок и прогнозов.

Результатами реализации Государственной программы 2016-2020 гг. в области развития НСМОС стали следующие:

увеличение площади ООПТ с 2016 по 2019 год на 71,4 тыс. га. Площадь ООПТ составила 1870,1 тыс. га или 9 % от общей площади страны. В 2016 г. планировалось увеличение площади ООПТ до 8,8 %;

обеспечено устойчивое функционирование 12 видов мониторинга окружающей среды, механизма сбора, передачи, обработки, анализа, хранения и обмена мониторинговой информацией. С 2020 года в состав НСМОС включен новый (13-й) вид мониторинга – комплексный мониторинг торфяников;

обеспечена интеграция НСМОС в международную Совместную систему экологической информации (SEIS).

В рамках НСМОС проводятся регулярные наблюдения за состоянием отдельных природных компонентов (земель, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, в том числе - озонового слоя), растительного, животного мира (отдельно - лесов) и комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях. Отслеживаются процессы (сейсмичность, тектоническая активность, изменение параметров гравитационного и геомагнитного полей – в рамках геофизического мониторинга) и динамика антропогенного воздействия (радиационный мониторинг, локальный мониторинг окружающей среды).

В 2020 году завершено создание системы онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района. Разработаны программы и методики проведения мониторинга растительного и животного мира, оценки состояния экосистем особо охраняемых природных территорий. В основном сформирована оптимальная сеть и проводятся наблюдения за популяциями редких и находящихся под угрозой исчезновения видов дикорастущих растений и диких животных, за луговой и водной растительностью, зелеными и защитными древесными насаждениями, ресурсообразующими видами растений и грибов, популяциями охотничьих видов животных. Это позволяет оценивать тенденции изменения состояния биоразнообразия, выявлять угрозы функционированию экосистем, состоянию животного и растительного мира, а также разрабатывать предложения по регулированию антропогенной нагрузки, режимов использования и в целом охраны биологических ресурсов.

Необходимость развития системы наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменения ее состояния под воздействием природных и антропогенных факторов обусловлена, в том числе - сохранением актуальных экологических проблем. Среди них рост содержания загрязняющих веществ в почвах и подземных водах в районах размещения объектов отходов, высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха и химического загрязнения почв в городах, проблема качества подземных вод, используемых для

централизованного питьевого водоснабжения населения, неблагоприятная ситуация в части состояния водных объектов, усиление процесса инвазии чужеродных биологических видов, сохранение вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС загрязнения радионуклидами значительной части территории страны и другие.

Задачи реализации подпрограммы «Национальная система мониторинга окружающей среды» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 годы заключаются в обеспечении функционирования и развития:

- системы наблюдений за состоянием атмосферного воздуха и источниками его загрязнения;

- системы наблюдений за состоянием поверхностных вод и источниками их загрязнения;

- системы наблюдений за состоянием подземных вод и источниками их загрязнения;

- системы наблюдений за состоянием земель (включая почвы) и источниками их загрязнения;

 - радиационного мониторинга;

 - геофизического мониторинга;

 - системы наблюдений за состоянием озонового слоя;

 - системы наблюдений за состоянием лесов;

 - системы наблюдений за состоянием растительного мира;

 - системы наблюдений за состоянием животного мира;

 - комплексного мониторинга естественных экологических систем на ООПТ;

 - локального мониторинга окружающей среды;

 - информационной системы мониторинга окружающей среды.

В результате реализации подпрограммы будут обеспечены:

- поддержка функционирования 13 видов мониторинга окружающей среды НСМОС и взаимодействия с системами социально-гигиенического мониторинга и мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- дальнейшее развитие и совершенствование нормативной правовой и нормативной технической базы проведения мониторинга окружающей среды;

- создание системы радиационного мониторинга окружающей среды вокруг Белорусской АЭС, отвечающей современным требованиям по обеспечению безопасности радиационноопасного объекта;

- организация оперативной в режиме реального времени (он-лайн) и регламентной передачи результатов обработки информации о сейсмической обстановке в районе размещения Белорусской АЭС;

- модернизация автоматических систем радиационного контроля, функционирующих в зонах воздействия атомных электростанций, расположенных на территории сопредельных государств;

- модернизация технической базы в организациях (испытательных лабораториях (центрах)), осуществляющих наблюдения в составе НСМОС, путем внедрения аналитического оборудования, разработки технических нормативных

правовых актов и методик выполнения измерений, соответствующих современным международным требованиям и обеспечивающих получение полной и достоверной экологической информации;

дальнейшая оптимизация пространственной сети и регламента наблюдений за основными компонентами природной среды;

непрерывные измерения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в 10 крупных промышленных центрах с использованием действующей сети автоматических станций;

расширение сети наблюдений за содержанием в атмосферном воздухе крупных промышленных центров (Минск, Могилев, Гомель) опасных для здоровья человека твердых частиц, фракции размером до 2,5 мкм;

непрерывные измерения содержания парниковых газов и получение информации о трансграничном переносе загрязняющих воздух веществ на станции фонового мониторинга "Березинский заповедник" и метеорологической станции "Высокое" в соответствии с международными обязательствами;

поэтапная организация наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов и регулярных наблюдений по гидроморфологическим показателям состояния водных объектов в составе мониторинга поверхностных вод;

продолжение оснащения сети мониторинга подземных вод (естественный режим) приборами автоматической регистрации оперативных показателей состояния подземных вод (уровень, температура);

проведение мониторинга подземных вод в целях наблюдений за гидрохимическими и гидрогеологическими показателями (за уровнем и температурным режимами);

оптимизация существующей сети пунктов наблюдений за загрязнением земель (включая почвы) и регламента наблюдений;

актуализация сети мониторинга животного мира;

поддержка и совершенствование информационного обмена в системе локального мониторинга окружающей среды, развитие базы данных локального мониторинга окружающей среды с применением ГИС-технологий;

совершенствование программного обеспечения базы данных главного информационно-аналитического центра НСМОС с применением ГИС-технологий для комплексной оценки и пространственной привязки обобщенных данных;

создание и внедрение системы кратко-, средне- и долгосрочного прогнозирования экологического состояния территорий по данным НСМОС в практике деятельности информационно-аналитических центров мониторинга и главного информационно-аналитического центра НСМОС для решения экологических проблем;

интеграция НСМОС в совместную систему экологической информации (SEIS);

переход на комплексную оценку состояния экологических систем по интегральным показателям в практике деятельности информационно-аналитических центров мониторинга, в том числе путем

использования современных информационных технологий (ГИС-технологий и др.), для оценки данных о состоянии природных компонентов;

получение и предоставление мониторинговой информации в соответствии с обязательствами по выполнению международных соглашений, конвенций и программ.

Таким образом, разработана и сформирована организационная структура НСМОС, нормативно закреплены принципы организации сетей и регламенты наблюдений (Технические нормативные правовые акты изложены в 6 ТКП), состав экологической информации, порядок ее получения и предоставления потребителям различного уровня. Созданы и устойчиво функционируют 15 видов мониторинга (включая социально-гигиенический мониторинг и мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера), в рамках которых проводят оценку состояния основных природных, техногенных и социальных компонентов и систем. Разработан и действует механизм сбора, передачи, обработки, анализа, хранения и обмена мониторинговой информацией. Разработаны нормативы качества окружающей среды. К ним относятся нормативы предельно допустимых концентраций химических и иных веществ; нормативы предельно допустимых физических воздействий; нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов и иные.

1.4. Виды мониторинга НСМОС

НСМОС включает организационно-самостоятельные и проводимые на общих принципах 13 видов мониторинга:

- мониторинг земель;
- мониторинг поверхностных вод;
- мониторинг подземных вод;
- мониторинг атмосферного воздуха;
- мониторинг озонового слоя;
- мониторинг растительного мира;
- мониторинг лесов;
- мониторинг животного мира;
- радиационный мониторинг;
- геофизический мониторинг;
- локальный мониторинг окружающей среды;
- комплексный мониторинг экосистем на ООПТ;
- комплексный мониторинг торфяников.

Для получения комплексной информации, характеризующей состояние окружающей среды и ее воздействие на здоровье населения, НСМОС взаимодействует с системами социально-гигиенического мониторинга и мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Регулярный мониторинг земель организован и проводится по трем направлениям: мониторинг земельного фонда (наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов), агропочвенный мониторинг (наблюдения за состоянием почвенного покрова) и мониторинг техногенного загрязнения почв (наблюдения за химическим загрязнением почв и земель). В базе данных мониторинга земель накапливаются сведения о распределении земельного фонда по категориям, землепользователям и видам земель (данные Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь), а также результаты наблюдений за химическим загрязнением земель в 45 населенных пунктах. Информация о щелочно-кислотных условиях почвы, о концентрации загрязняющих веществ (SO_4^{2-} , NO_3^- , нефтепродуктов, Cd, Zn, Pb, Cu, Ni, Mn), количестве отобранных проб и числе проб с превышением фоновых значений и ПДК/ОДК. Кроме того, составной частью мониторинга почв является т.н. «агрохимический мониторинг», мониторинг СОЗ и нефтепродуктов сельскохозяйственных угодий. Наблюдательная сеть мониторинга земель состоит из 163 пунктов наблюдений, из которых 17 – пункты наблюдений за состоянием почвенного покрова земель и 146 – пункты наблюдений за химическим загрязнением земель.

В рамках ведения мониторинга поверхностных вод регулярно проводятся наблюдения за гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими показателями состояния поверхностных вод в бассейнах рек Западная Двина, Западный Буг, Неман, Днепр, Припять. Регулярные стационарные наблюдения проводятся на 297 пунктах наблюдений, размещенных на 86 реках (периодичность гидрохимических наблюдений 7 или 12 раз в год) и 74 озерах и водохранилищах (4 раза в год). Анализ гидрохимических параметров показывает, что антропогенному влиянию в наибольшей степени подвержены поверхностные водные объекты в бассейнах рек Западный Буг, Днепр и Припять.

Гидробиологические наблюдения на большинстве водотоков проводятся три раза в год, а на водных объектах, не подверженных прямому антропогенному воздействию, расположенных на территориях государственных заповедников и национальных парков, осуществляется комплексный одноразовый отбор проб в вегетационный период. В базе данных хранятся результаты наблюдений по более, чем 70 гидрохимическим, 30 гидробиологическим и 10 гидрологическим показателям контролируемых водотоков и водоемов за период, начиная с 1998г. Это позволяет оценивать состояние поверхностных вод страны с учетом международных рекомендаций. Наблюдениями охвачены более 90 % суммарного объема сточных вод, сбрасываемых в водные объекты.

Осуществляется оценка трансграничного переноса загрязнений по данным 33 наблюдательных пунктов. На трансграничных участках водотоков дополнительно определяют СОЗ (ПАУ, ПХД, ДДТ и их производные), а также линдан, мышьяк и ртуть. Формируется интегрированный блок наблюдений за содержанием стойких органических загрязнителей в компонентах ландшафта (водные экосистемы, подземные воды, почвы).

Основной акцент в организации мониторинга подземных вод сделан на развитии системы наблюдений в местах размещения основных источников их загрязнения (около 170 объектов) для последующей разработки природоохранных мероприятий по минимизации и прекращению их вредного воздействия. Техническое переоснащение части пунктов наблюдений за естественным режимом подземных вод позволило повысить достоверность данных, необходимых для определения эксплуатационных запасов подземных вод.

База мониторинга подземных вод содержит данные, характеризующие качество подземных вод, полученные на пунктах наблюдений (скважинах), оборудованных на различные водоносные горизонты в естественных и слабонарушенных гидрогеологических условиях. Отбор проб воды на физико-химический анализ осуществляется 1 раз в год, замеры глубин уровней залегания подземных вод – 3 раза в месяц. Кроме того, в базе данных физико-химических показателей качества воды содержатся результаты наблюдений по одной наиболее характерной скважине для каждого водоносного горизонта на всех гидрогеологических постах региональной и фоновой сети. В нее включены результаты среднегодовых значений концентраций 24 макрокомпонентов подземных вод, а также информация по среднемесячным значениям уровней подземных вод и по естественным и эксплуатационным ресурсам и запасам подземных вод в разрезах административных областей, артезианских и речных бассейнов.

По данным гидрохимических наблюдений установлено, что качество подземных вод по содержанию в них макрокомпонентов в основном соответствует установленным гигиеническим нормативам безопасности воды, за исключением железа общего, окисляемости перманганатной, окиси кремния, в единичных случаях – аммонийного азота.

Регулярные наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся на 67 пунктах наблюдений, которые охватывают территории, где проживает 87 % населения крупных и средних городов. В практику мониторинга включены наблюдения за содержанием в приземном слое атмосферы таких опасных для здоровья человека загрязнителей, как приземный озон, твердые частицы, фракции размером до 2,5 и 10 мкм. В 19 городах осуществляется мониторинг по 45 загрязняющим веществам, в т.ч. основным (твердые частицы, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота) и специфическим (формальдегид, аммиак, бенз/а/пирен, фенол, сероводород, сероуглерод и т.д.). При этом наблюдения проводятся как периодически (3 раза в сутки), так и непрерывно в режиме реального времени с использованием 14 автоматических станций. Также анализируются атмосферные осадки и снежный покров, где определяются щелочно-кислотные условия, ионный состав, содержание тяжелых металлов.

В систему мониторинга атмосферного воздуха в населенных пунктах с 2018 г. внедрен расчет Индекса качества атмосферного воздуха (ИКАВ), для визуализации которого на сайте Белгидромета на картографической основе используется цветовой код. Создана система наблюдения, прогноза и информирования населения.

На основе комплекса лидарных и космических методов осуществляется оценка состояния озонового слоя и трансграничного переноса атмосферных примесей на территорию страны.

Мониторинг озонового слоя представляет собой систему наблюдений за состоянием озонового слоя, а также оценку и прогнозирование его изменений в целях своевременного выявления негативных воздействий природных и антропогенных факторов. Основной задачей мониторинга озонового слоя является получение данных о состоянии озоносферы над конкретными пунктами на территории Беларуси, которые будут использованы для валидации орбитальных наблюдений, оценки экологического состояния отдельных регионов, а также как параметры климатических и др. моделей. Важной задачей является исследование механизмов стратосферно-тропосферных связей, в частности, влияния стратосферных процессов на динамику тропосферы и формирование регионального климата. Еще одна задача - исследование механизмов образования приземных концентраций озона и разработка методики их краткосрочного и среднесрочного прогноза, а также мониторинг спектров и доз биологически активного солнечного УФ - излучения.

База данных мониторинга озонового слоя включает в себя данные по общему содержанию озона и его приземным концентрациям, а также по общему содержанию диоксида азота в атмосфере.

Устойчиво функционирует система мониторинга растительного мира, включающая в себя мониторинг луговой и лугово-болотной растительности, мониторинг водной растительности, мониторинг охраняемых видов растений и грибов, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь или охраняемых в соответствии с международными обязательствами Республики Беларусь, мониторинг ресурсообразующих видов ягодных растений и грибов. С 2011 года начато формирование сети пунктов наблюдения мониторинга инвазивных видов растений. На основе анализа занимаемых площадей, характера распространения, количества местонахождений и численности, выделены наиболее опасные инвазивные виды (прежде всего, борщевик Сосновского).

Более 40 % территории Беларуси покрыто лесами. Для оценки состояния древесных пород лесов, лесных экосистем и их компонентов проводится мониторинг лесов по следующим направлениям: состояние лесного фонда; эколого-мелиоративный мониторинг мелиорированных лесных земель; лесопатологический мониторинг. Наблюдения проводятся за изменением состояния основных лесообразующих пород (сосна, ель, дуб, береза, ольха) на транснациональной биоиндикаторной сети, включающей 418 постоянных пунктов учета (ППУ). Мониторинговая информация включает в себя: таксационную характеристику ППУ; распределение преобладающих пород и возрастных групп деревьев в разрезе ППУ; среднюю дефолиацию преобладающих пород деревьев в разрезе ППУ; степень и факторы повреждения пород деревьев в разрезе ППУ; химический состав листьев и хвои (1 раз в 5 лет). Анализ и научное обобщение информации позволяет своевременно принимать необходимые управленческие решения.

Осуществляется мониторинг животного мира, в рамках которого проводятся наблюдения за дикими животными, относящимися к объектам охоты и рыболовства, дикими животными, относящимися к видам, включенным в Красную книгу Беларуси, дикими животными, охраняемыми в соответствии с международными обязательствами Республики Беларусь, а также наблюдения за инвазивными чужеродными дикими животными. База данных мониторинга животного мира содержит результаты наблюдений не только за дикими животными, но и за средой их обитания.

Значимой экологической проблемой нашей страны остается радиационное загрязнение. Хотя в настоящее время можно уже говорить о стабилизации радиационной обстановки после катастрофы на Чернобыльской АЭС и об отсутствии трансграничного переноса радионуклидов воздушным и водным путем от работающих атомных электростанций, расположенных на территориях сопредельных государств, все же потенциальная опасность радиационного загрязнения от введенной в эксплуатацию Белорусской и действующих в соседних странах АЭС остается. Проводятся ежедневные измерения мощности экспозиционной дозы на 55 пунктах наблюдений, расположенных на всей территории республики. В зонах влияния работающих АЭС в пробах аэрозолей оценивают «свежие» продукты радиоактивного распада. Существующая сеть и регламенты наблюдений радиационного мониторинга обеспечивают получение информации об уровнях радиационного фона в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения и на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Кроме того, данные о содержании естественных радионуклидов (радон-222 и свинец-210) позволяют оперативно выявлять угрозы возникновения высоких уровней радиоактивного загрязнения и определять тенденции их изменения.

Создана сеть пунктов наблюдений радиационного мониторинга в районе размещения Белорусской АЭС, укреплен потенциал испытательных лабораторий путем дооснащения и модернизации парка пробоотборного и измерительного оборудования, что позволило повысить пропускную способность лабораторий и обеспечить выполнение дополнительного объема работ, связанного с развитием ядерной энергетики в республике. В районе размещения Белорусской АЭС контроль радиационной обстановки осуществляется в непрерывном режиме посредством автоматизированной системы контроля.

Существующая система радиационного мониторинга позволяет оперативно оценить уровни содержания радионуклидов в компонентах ландшафта: поверхностных и подземных водах, атмосферном воздухе, почвах. В базе данных радиационного мониторинга содержатся результаты наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха на 55 пунктах наблюдений (суммарная бета-активность, цезий-137, стронций-90, свинец-210, радон-226), поверхностных вод на 7 пунктах наблюдений (цезий-137 и стронций-90 в воде и донных отложениях), а также почв на 122 реперных площадках и 18 ландшафтно-геохимических полигонах (цезий-137, стронций-90).

Радиационный мониторинг почв проводится по трем направлениям: в части естественного радиационного фона ненарушенных участков почв, в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, в части радиоактивного загрязнения земель сельскохозяйственного назначения и земель лесного фонда.

В целях обеспечения экологической безопасности наша страна нуждается в постоянном совершенствовании системы радиационного мониторинга для адекватного реагирования на появление новых угроз радиационной безопасности. Введение в действие Белорусской АЭС делает эту задачу еще более актуальной. В связи с этим при проведении радиационного мониторинга в зоне влияния АЭС планируется дополнить действующие программы наблюдениями за активностью трития и углерода-14 в атмосферных осадках и аэрозолях, а также за активностью трития в природных водах

Геофизический мониторинг осуществляется в целях оценки сейсмичности, динамики геофизических и геодинамических процессов. Мониторинг ежегодно проводится по трем направлениям: сейсмический мониторинг, геомагнитный мониторинг и мониторинг гравитационного поля земли. Данные геофизического мониторинга являются основой для уточнения схем сейсмического районирования и схемы пространственного размещения активных разломов на территории страны, необходимых для оценки экологических рисков, связанных с размещением и эксплуатацией в этих условиях потенциально опасных в экологическом отношении хозяйственных объектов, а также предупреждения вреда здоровью населения

База данных геофизического мониторинга содержат информацию по сейсмическому мониторингу, представляющему собой систему непрерывных круглосуточных наблюдений за происходящими сейсмическими событиями естественного и искусственного происхождения в широком диапазоне энергий и расстояний, а также по мониторингу гравитационного поля Земли. Данные по геомагнитному мониторингу включают периодические наблюдения за геодинамическими процессами на полигонах и непрерывные стационарные наблюдения за текущим состоянием геомагнитного поля.

Для оценки уровня и динамики техногенной нагрузки на окружающую среду со стороны наиболее крупных потенциальных загрязнителей проводится локальный мониторинг. В настоящее время в перечень юридических лиц, осуществляющих проведение локального мониторинга окружающей среды в составе НСМОС включены более 414 природопользователей.

База данных локального мониторинга содержит результаты наблюдения за следующими объектами: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, сбросы сточных вод в водные объекты, поверхностные воды в районе расположения источников сбросов сточных вод, подземные воды, почвы в районе расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения.

Комплексный мониторинг естественных экологических систем на ООПТ представляет собой систему регулярных наблюдений за функционированием и динамикой экосистем, проводимых в целях оценки их состояния и

эффективности режима охраны и использования ООПТ, прогноза изменения состояния экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов. Данный вид мониторинга ведется с 2006 г., как один из видов НСМОС – с 2016 г. на территории 21 заказника республиканского значения, 4 национальных парков и Березинского биосферного заповедника.

В 2020 г. в НСМОС включен комплексный мониторинг торфяников. Он представляет собой систему сбора данных регулярных наблюдений за состоянием торфяников, проводимых в рамках отдельных видов мониторинга. Данный вид мониторинга проводится в целях оценки состояния торфяников, прогноза изменения их состояния под воздействием природных и антропогенных факторов. Объектами наблюдений являются расположенные в границах торфяников земли, поверхностные и подземные воды, леса, растительный и животный мир. В целях получения актуальных данных о состоянии и использовании торфяников, как правило, не реже одного раза в 10 лет проводится инвентаризация торфяников.

Для получения комплексной информации о состоянии окружающей среды, ее воздействии на безопасность и здоровье населения НСМОС взаимодействует с системами социально-гигиенического мониторинга и мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. При организации и проведении социально-гигиенического мониторинга проводится наблюдение, анализ и прогнозирование основных медико-демографических процессов, происходящих в Беларуси, структуры заболеваемости, её поклассового состава, ранжирования территорий с учетом значимости уровня заболеваемости, имеющих наибольшие «критические» значения с целью последующей реализации государственных мер, направленных на снижение и минимизацию «демографических угроз». Выполняется сбор, учет, анализ и оценка информации о состоянии здоровья населения и среды обитания человека по медико-демографическим и социально-экономическим показателям; исследование и мониторинг показателей качества атмосферного воздуха, воды, почвы, шумовой нагрузки, условий труда работающих, качество продовольственного сырья, пищевых продуктов и др. во всех регионах страны.

Основными медико-демографическими проблемами являются устойчивое снижение численности населения; высокая смертность мужского населения трудоспособного возраста; существенная разница в продолжительности жизни городского и сельского населения, мужчин и женщин; рост общей заболеваемости не инфекционными и социально-значимыми болезнями; нарастание негативных тенденций в показателях здоровья населения, обусловленных неинфекционной патологией. И самой актуальной медико-демографической проблемой стала коронавирусная инфекция COVID-19.

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера представляет собой совокупность систем наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения выявленных и потенциальных источников чрезвычайных ситуаций и прогнозирования

чрезвычайных ситуаций, влияющих на безопасность населения, организаций и окружающей среды, в целях разработки и реализации мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, минимизации их социально-экономических и экологических последствий.

Информация о техногенных и природных катастрофах должна дополнять данные, полученные в рамках других видов мониторинга. Следует особо отметить, что чрезвычайные ситуации техногенного характера являются одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, а чрезвычайные ситуации природного характера способны существенным образом усугубить существующую экологическую обстановку, спровоцировать возникновение новых источников рисков, в т.ч. техногенных.

1.5. Порядок проведения видов мониторинга НСМОС

Совет Министров устанавливает порядок ведения НСМОС, а также определяет порядок использования данных мониторинга. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды осуществляет организацию и координацию функционирования НСМОС.

Современная НСМОС базируется на упорядоченной системе сбора информации о состоянии компонентов природной среды, получаемой с пунктов наблюдений стационарной сети по долговременным программам. Сбор (получение) информации о состоянии и загрязнении осуществляется на пунктах наблюдений НСМОС, включенных в Государственный реестр.

Основными потребителями информационных ресурсов НСМОС являются: министерства, ведомства и иные государственные органы и организации, ответственные за принятие решений в области природопользования и охраны окружающей среды и нуждающиеся в получении информации о состоянии окружающей среды, научные организации, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, общественные организации и частные лица, заинтересованные в получении объективной и оперативной информации о состоянии окружающей среды. Для обеспечения главной цели НСМОС – получения информации о состоянии и загрязнении окружающей среды – была создана и функционирует система представления полученной информации в виде государственных информационных ресурсов в составе Главного информационно-аналитического центра НСМОС (ГИАЦ НСМОС) и информационно-аналитических центров (ИАЦ) отдельных видов мониторинга. Для обеспечения сбора, обработки, анализа и представления данных разработаны порядок и механизмы информационного обмена с использованием современных информационных технологий в рамках НСМОС. ГИАЦ НСМОС осуществляет сбор, хранение, обработку и предоставление обобщенной и аналитической информации о состоянии окружающей среды и воздействии на нее природных и антропогенных факторов, поступающей из отдельных ИАЦ, а так же проводит анализ и обобщение материалов в рамках всей НСМОС для подготовки национальной и международной экологической отчетности. Первичные данные и обобщенная информация по отдельным видам

мониторинга формируются в ИАЦ в виде баз данных и предоставляются потребителям информации.

Данные, собранные и обработанные в рамках НСМОС, позволяют потребителям информации оценить существующую экологическую ситуацию для конкретной территории или объекта, определить направления природоохранной деятельности, оценить эффективность осуществления природоохранных мероприятий. Так, например, наблюдениями НСМОС были подтверждены факты снижения оказываемого воздействия на компоненты окружающей среды: на ОАО «Белорусский автомобильный завод» в 2008 г. в результате улучшения качества топлива уменьшились выбросы азота диоксида, углерода оксида, серы диоксида, причем выбросы серы диоксида снизились в 30 и более раз. На ОАО «Беларуськалий» с 2007 г. отмечено снижение выбросов азота диоксида, углерода оксида, а выбросы серы диоксида сведены к минимуму и этот ингредиент исключен из перечня контролируемых показателей; с 2006 г. после установки новых газоочистных циклонов на ОАО «Керамин» (г. Минск) выбросы пыли неорганической, углерода оксида не превышали установленных нормативов; с 2007 г. в результате модернизации существующих газоочистных установок снизились выбросы азота диоксида, углерода оксида, пыли неорганической на отдельных источниках ОАО «Белорусский цементный завод» и ОАО «Кричевцементношифер»; в результате проводимой реконструкции очистных сооружений на наиболее проблемном объекте локального мониторинга – ОАО «Верхнедвинскиймаслосырзавод» – в сбросах сточных вод с 2009 г., а также на УКП «Тепловая энергетика» (г. Горки) с 2008 г. нарушений установленных нормативов по основным показателям не выявлено.

Особенностью оценки результатов функционирования НСМОС Республики Беларусь является то, что с 2011 года аналитическая информация представляется с учетом экологических показателей, утвержденных Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды. Экологические показатели, вошедшие в перечень, сформированы с учетом рекомендуемого Комитетом по экологической политике Европейской экономической комиссии ООН набора и состава экологических показателей. Информация о результатах НСМОС ежегодно публикуется в виде ежегодника «Национальная система мониторинга окружающей среды: результаты наблюдений», используется при подготовке Национальных докладов Республики Беларусь «Состояние окружающей среды Республики Беларусь» и ежегодных экологических бюллетеней «Состояние природной среды Беларуси». Информация размещается на сайтах Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [9], РУП «БелНИЦ «Экология» [10], ГИАЦ [3] и ИАЦ отдельных видов мониторинга.

Результаты НСМОС позволяют формировать информационную базу для выполнения обязательств Республики Беларусь в рамках международных природоохранных конвенций и соглашений, а также для обеспечения устойчивого природопользования и оценки экологического ущерба при воздействии на окружающую среду. Последнее важно в случае чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В настоящее время становится актуальным переход от покомпонентного к комплексному анализу данных о состоянии и загрязнении окружающей среды. Сейчас обобщение и анализ первичных данных осуществляют соответствующие ИАЦ в рамках одного вида мониторинга – по компонентам ландшафта (почва, подземная вода, атмосферный воздух, поверхностная вода, животный мир и т. д.), что не позволяет делать обобщения геосистемного уровня. При этом следует отметить, что для внедрения комплексных оценок в настоящее время в основном используются экспертные оценки. Например, в рамках мониторинга земель наблюдения за состоянием почв осуществляют в городах, на придорожных полосах, на землях сельскохозяйственного назначения (агрочувствительный мониторинг). Наблюдения за состоянием почв проводят также в рамках локального и радиационного мониторингов. Анализ данных по каждому виду наблюдений проводят обособленно. Отсутствует механизм комплексной оценки почв экосистем (городских, агроэкосистем и т. д.) [28]. Исследование качества почв осуществляется на отдельных пространственно разобщенных полигонах в целях исследования изменений их свойств в результате мелиорации, эрозии, использования минеральных и органических удобрений и другого сельскохозяйственного воздействия. На это еще в 2008 г. обратил внимание Комитет по экологической политике Европейской Экономической Комиссии.

Разработка и внедрение интегральных (комплексных) параметров оценки состояния экосистем по данным НСМОС позволит проводить анализ динамики природных (естественных), природно-антропогенных и антропогенных комплексов в целом для обоснования решений по управлению природопользованием. Расширение использования современных информационных технологий, в т.ч. ГИС-технологий, для оценки состояния природных компонентов (почв, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, растительности, животного мира) и воздействия на них (сбросы и выбросы) позволит приблизиться к комплексной оценке состояния геосистем по интегральным показателям. Необходимы исследования для создания системы кратко-, средне- и долгосрочного прогнозирования экологического состояния территории по данным НСМОС на основе анализа ретроспективной пространственной информации для решения приоритетных экологических проблем.

Перспективным является создание автоматизированной системы генерации отчетов по комплексной экологической оценке территории, использующей современные телекоммуникации и развитые средства интерактивного диалога пользователя и автоматической экспертной системы. Такая система позволит пользователю оперативно получать первичную и агрегированную мониторинговую информацию, а также данные комплексного анализа и прогнозные данные. Также это позволит повысить эффективность управленческих решений в области природопользования и охраны окружающей среды. Совершенствование систем сбора, обработки, анализа и представления данных позволит выйти на качественно новый уровень использования данных НСМОС для управления экологической безопасностью на государственном и международном уровнях. Инновации позволят не только упорядочить и

интенсифицировать информационный обмен в рамках НСМОС, но и создать информационное пространство НСМОС, поддерживаемое автоматизированными системами управления данными и автоматизированными системами анализа и прогнозирования экологической обстановки территорий и регионов. Вместе с тем, завышенные ожидания от автоматизации системы сбора и анализа данных, оценки и прогнозирования экологической ситуации повышают риски, связанные с различными сбоями в автоматизированных системах. Поэтому метод экспертной оценки, с привлечением профессиональных экспертов в различных областях географии, медицины, промышленных технологий необходим и всегда актуален.

1.6. Современное состояние почвенно-земельных ресурсов Беларуси

При мониторинге земельного фонда учитывается прежде всего классификация земельных ресурсов по:

- целевому назначению (категории земель);
- основному виду экономической деятельности и цели предоставления земельного участка (категории землепользователей);
- природно-историческим признакам и хозяйственному использованию (виды земель).

По основному целевому назначению выделяют категории земель, которые имеют определенный законодательством правовой режим использования и охраны. Особенности целевого назначения определяют специфику правового режима использования земель каждой из категорий. В этом – основная задача выделения категорий земель.

В соответствии с Кодексом о земле Республики Беларусь выделяют следующие семь категорий земель (ст. 6): 1) земли сельскохозяйственного назначения; 2) земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов; 3) земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения; 4) земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения; 5) земли лесного фонда; 6) земли водного фонда; 7) земли запаса.

К землям сельскохозяйственного назначения относятся земельные участки, включающие в себя сельскохозяйственные и иные земли, предоставленные для ведения сельского хозяйства.

Они находятся в пользовании сельскохозяйственных организаций, предприятий, межхозяйственных объединений (2470 сельскохозяйственных организаций общей площадью около 8770 тыс. га по состоянию на 01.01.2021), фермерских хозяйств (3225 на площади около 290 тыс. га) и других землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством (табл. 1). Так как земля используется здесь в основном как главное средство производства, то это обуславливает особую ценность земель рассматриваемой категории. Такие земли составляют около 9100 тыс. га, или 43,8 % от общей площади земельного фонда страны. Земли сельскохозяйственного назначения предоставляются гражданам для огородничества, сенокошения и выпаса скота;

сельскохозяйственным организациям и гражданам для ведения товарного сельского хозяйства; научным и учебным заведениям для ведения сельского хозяйства, исследовательских и учебных целей; несельскохозяйственным организациям для ведения подсобного сельского хозяйства. Эти земли, особенно пахотные (5140 тыс. га в пользовании сельскохозяйственных организаций и фермеров, без учета земель в пользовании граждан), имеют наибольший интерес и важное значение. Доля земель сельскохозяйственного назначения постоянно снижается, что еще более увеличивает значение земель данной категории (рисунок 1). По таким землям как наиболее приоритетным необходимо самое подробное проведение качественного учета.

К землям населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов относятся земли, земельные участки, расположенные в границах городов, поселков городского типа, сельских населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов, за исключением земель, отнесенных к иным категориям в этих границах. Общим для данной категории является то, что земля здесь выступает как пространственный базис, как место, где размещаются здания, сооружения, коммуникации. Обычно к землям городов относят все земли, находящиеся в пределах городской черты. Городская черта – это внешняя граница земель города, отделяющая их от других категорий земель, она устанавливается в порядке землеустройства. В состав городских земель входят: земли городской застройки; земли общего пользования; земли сельскохозяйственного использования; земли, занятые городскими лесами; земли железнодорожного транспорта, промышленности и другие виды земель.

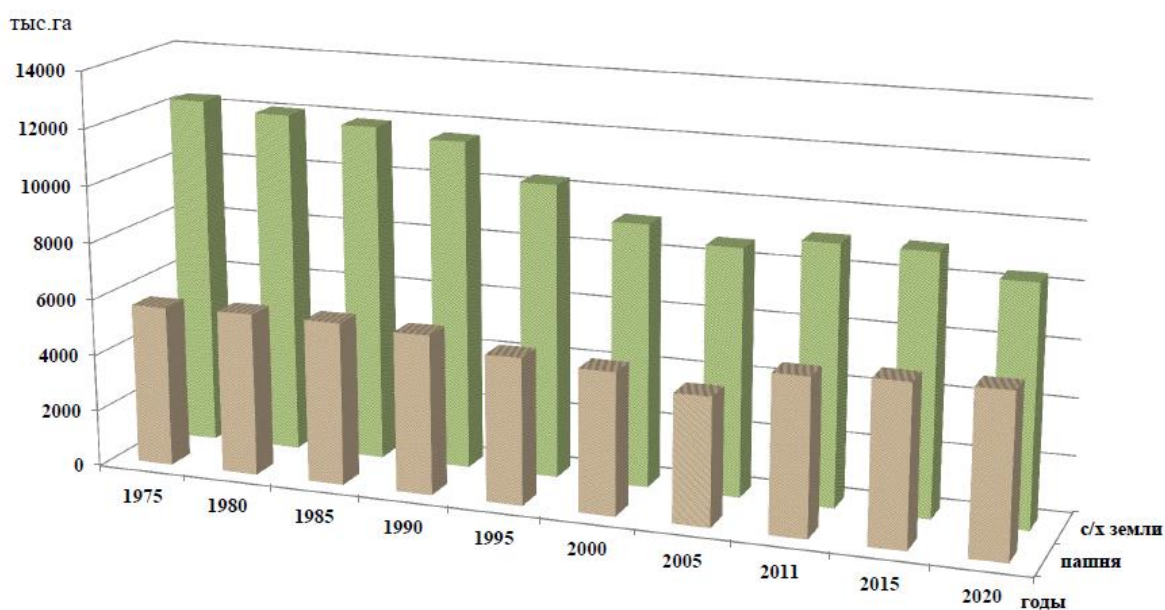


Рисунок 1 - Динамика сельскохозяйственных и пахотных земель за 45 лет, тыс. га

Таблица 1 – Распределение земельного фонда по категориям землепользователей по состоянию на 01.01.2022 г., тыс. га [16].

Категория	Всего землепользований	Общая площадь	Сельскохозяйственных земель	Пахотных земель	Лесных земель
Сельскохозяйственные организации и крестьянские (фермерские) хозяйства	5941	90 67	7530,6	516 4,8	0
Граждане	2913950	80 2	588,8	445 ,4	0
Организации промышленности, связи, транспорта, энергетики, обороны и иного назначения	58394	55 6,9	9,9	3,7	4 3,8
Организации, ведущие лесное хозяйство	265	88 06	5,1	2	8 149,8
Организации, эксплуатирующие и обслуживающие гидротехнические и иные водохозяйственные сооружения	80	37 ,4	0,3	0	0
Организации природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения	965	86 9,2	11,9	3,7	7 41,3
Земли, земельные участки, не предоставленные землепользователям	27301	62 4,2	29,6	4,6	0 ,1
Всего	3006896	20 762,8	8176,2	562 4,2	8 935

К землям поселков городского типа относятся все земли в пределах поселковой черты. Находятся они в ведении поселковых исполнительных и распорядительных органов. К землям сельских населенных пунктов относятся все земли, находящиеся в пределах границ, установленных для этих пунктов. К землям данной категории относятся также земли садоводческих товариществ и дачных кооперативов, которые, в свою очередь, могут располагаться в городской черте. Земли, предоставляемые для ведения коллективного

садоводства, состоят из земель общего пользования (на праве постоянного пользования) и земельных участков, находящихся в пожизненном наследуемом владении или в частной собственности членов садоводческого товарищества.

Важной задачей для данной категории земель является правильность учета, т.к. в пределах населенных пунктов могут находиться земли промышленности, земли водного фонда, и, таким образом, такие земельные участки могут учитываться дважды, трижды, что приводит к искажениям в земельной отчетности и в мониторинге земельного фонда.

Третью категорию составляют земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения. Они занимают территорию 567 тыс. га или 3 % и предоставлены в пользование 57690 предприятиям, организациям и учреждениям для осуществления возложенных на них специальных задач (промышленного производства, транспортных работ, обороны и т. п.). Как и в предыдущей категории, общим для данных земель является то, что земля функционирует главным образом как пространственный базис, где размещается производство и осуществляется иная деятельность. Как правило, эти земли располагаются массивами среди других категорий земель, но могут одновременно входить и в состав других категорий земель. Они отличаются значительным количеством и относительно небольшими размерами участков, что затрудняет учет данных земельных участков.

В следующей категории объединены земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения. В Кодексе о земле дано содержание каждой составляющей данной категории. К землям природоохранного назначения относятся земельные участки, предоставленные для размещения заповедников, национальных парков и заказников. В Беларуси сейчас функционирует более 1,2 тыс. особо охраняемых природных территорий (1 заповедник (Березинский биосферный), 4 национальных парка («Беловежская пуца», «Браславские озера», «Нарочанский» и «Припятский»), 375 заказников (из них - 98 заказников республиканского значения), 959 памятников природы). Общая площадь особо охраняемых природных территорий составляет 1889,3 тыс. га и достигла 9,1 % (против планируемых 8,8 %) от всей территории страны. В стране ведется государственный информационный ресурс «Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь». Наблюдается общая тенденция постепенного роста площади ООПТ (рисунок 2). Вместе с тем, по сравнению с ситуацией в других европейских государствах, в нашей стране этот показатель один из наименьших (наряду с Данией и Великобританией): в большинстве стран Европы площадь охранных зон, обеспечивающих биоразнообразие, составляет 15–25 %.

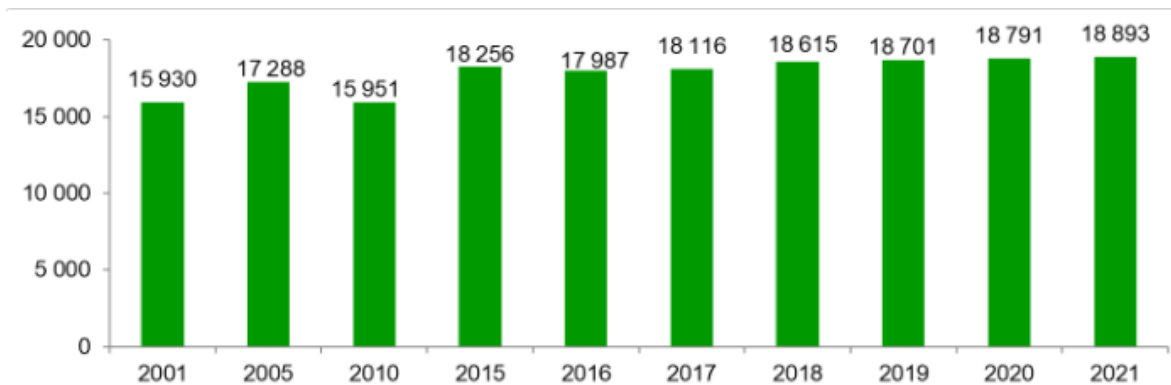


Рисунок 2 – Временная динамика площади ООПТ Беларуси, км² [12].

К землям оздоровительного назначения относятся предоставленные для размещения объектов санаторно-курортного лечения и оздоровления земельные участки, а также участки, обладающие природными лечебными факторами. К землям рекреационного назначения относятся земельные участки для размещения объектов, предназначенных для организованного массового отдыха населения и туризма. К землям историко-культурного назначения относятся земельные участки, предоставленные для размещения недвижимых материальных историко-культурных ценностей и археологических объектов.

На землях данной категории запрещается деятельность, вредная для их режима. Главное для земель этой категории – учет. Эта категория земель введена сравнительно недавно и существенно отличается от иных категорий по принципам управления землей.

К землям лесного фонда относятся лесные земли, а также нелесные земли, расположенные в границах лесного фонда, предоставленные для ведения лесного хозяйства. Они находятся в пользовании 118 лесохозяйственных предприятий, организаций и учреждений. Земли этой категории, как и первой, выступают в основном в качестве главного средства производства. Различие заключается лишь в том, что здесь человек относительно меньше воздействует на землю. Необходимо отметить также более длительный период произрастания лесных и кустарниковых насаждений, нежели сельскохозяйственных культур. Площадь земель лесного фонда в Беларуси составляет 9697 тыс. га, или 46,7 %. Из них лесные земли – на площади 8865 тыс. га. Лесистость территории нашей страны достигла максимального значения за более чем столетний период и составляет 42,7 %. На данных землях проводится учет, регистрация, качественная оценка лесных земель и леса.

Детальная проработка регламентов и правовых аспектов использования, охраны, защиты и воспроизводства лесных ресурсов и земель лесного фонда дана в Лесном Кодексе Республики Беларусь.

Категорию земель водного фонда составляют земли, занятые водоемами (реками, озерами, водохранилищами, каналами и т. п.), гидротехническими сооружениями и другими водохозяйственными сооружениями, а также земли, выделенные под полосы отвода по берегам водоемов, под зоны охраны и т. д. Они используются для строительства и эксплуатации сооружений, обеспечивающих удовлетворение питьевых, бытовых, оздоровительных и

других нужд населения, сельскохозяйственных, энергетических, транспортных и иных государственных и общественных надобностей. Особенностью этих земель является, то, что непосредственное их функционирование связано главным образом с использованием другого средства производства – воды. Всего таких земель около 40 тыс. га (0,2 %) и их площадь мало изменяется во времени. Их кадастр включает данные о количестве и расположении. Здесь, кроме земельного ведется и водный кадастр. Необходимо подчеркнуть, что в данную категорию обычно относят лишь земли в ведении 77 организаций водохозяйственного назначения, поэтому большинство земель под водоемами числится в землях иных категорий.

Вопросы, связанные с правовым регулированием отношений в области охраны и использования вод, регламентированы в Водном Кодексе Республики Беларусь.

К последней, седьмой категории – землям запаса – относятся земли, земельные участки, не отнесенные к иным категориям и не предоставленные землепользователям в пользование, владение или собственность. Общим для данных земель является то, что они служат резервом для организации новых предприятий и предоставления во временное пользование или в аренду. Их количество колеблется по годам, составляя 0,8–1,5 % всего земельного фонда нашей страны.

Экономическую сущность землепользования отражают виды земель (угодья). По их соотношению можно судить о характере пользования землей как средством производства и в определенной мере о направлении специализации хозяйств.

Независимо от деления на категории земли подразделяются на виды. Под видом земель понимаются земли, выделяемые по природно-историческим признакам, состоянию и характеру использования. Отнесение земель к определенным видам (подвидам) осуществляется в соответствии с их состоянием и характером использования, которые определяются визуально на местности.

Согласно ст. 7 Кодекса о земле Республики Беларусь выделяют 14 видов земель: 1) пахотные; 2) залежные; 3) под постоянными культурами; 4) луговые; 5) лесные; 6) под древесно-кустарниковой растительностью; 7) под болотами; 8) под водными объектами; 9) под дорогами и иными транспортными путями; 10) под улицами и иными местами общего пользования; 11) под застройкой; 12) нарушенные; 13) неиспользуемые; 14) иные земли. Виды земель (рисунок 3) могут подразделяться на подвиды и разновидности. Каждый вид земель состоит из отдельных контуров – территории, куда входят однородные виды земель и которые имеют замкнутую внешнюю границу. Чем больше контуры по площади, тем удобнее они для учета, поэтому контур (рабочий участок) выступает в качестве первичного элемента при земельном учете.

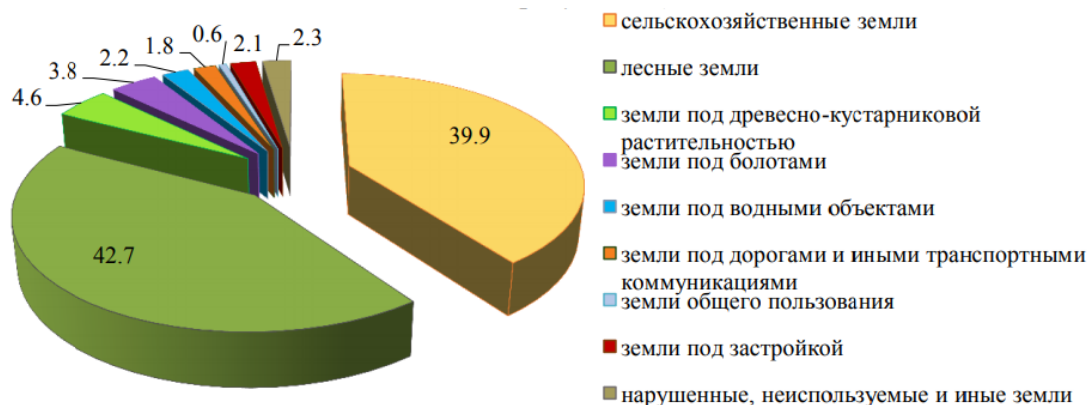


Рисунок 3 – Состав и структура земельных ресурсов Республики Беларусь по видам земель по состоянию на 01.01.2021, % [3]

Наиболее дифференцированы формы использования земли в сельскохозяйственном производстве. Пахотные земли – сельскохозяйственные земли, систематически обрабатываемые (перепашиваемые) и используемые под посевы сельскохозяйственных культур, включая посевы многолетних трав со сроком пользования, предусмотренным схемой севооборота, а также выводные поля, участки закрытого грунта (парники, теплицы и оранжереи) и чистые пары. Площадь пахотных земель (по состоянию на 01.01.2021 г.) составляет 5660 тыс. га (распаханность территории страны – 68 %). Многолетняя динамика площади пахотных земель показана на рисунке 4. Видно резкое, почти на 1 млн. га, снижение площади пахотных земель в начале 2000-х, что может быть связано, кроме прочего, также с введением в использование результатов кадастровой оценки земель. Следствием этого стало выведение из сельскохозяйственного оборота земель с низким балом кадастровой оценки.

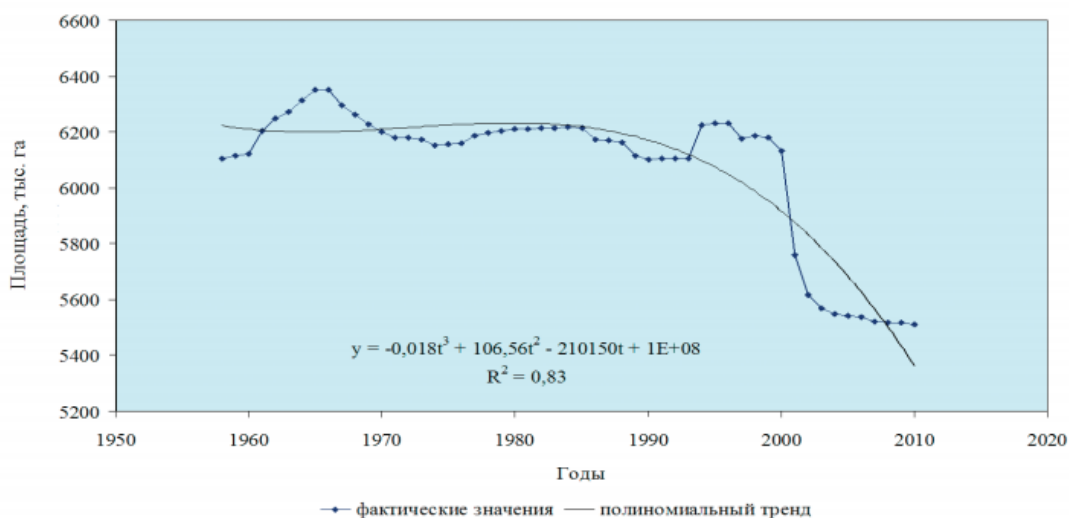


Рисунок 4 – Динамика (по фактическим данным и тренд) площади пахотных земель в Республике Беларусь за 70-летний период [19].

Залежные земли – сельскохозяйственные земли, которые ранее использовались как пахотные и более одного года после уборки урожая не

используются для посева сельскохозяйственных культур и не подготовлены под пар. Площадь залежных земель – 3,1 тыс. га.

Земли под постоянными культурами – сельскохозяйственные земли, занятые искусственно созданной древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) или насаждениями травянистых многолетних растений, предназначенными для получения урожая плодов, продовольственного, технического и лекарственного растительного сырья, а также для озеленения. Участки земли, занятые постоянными культурами (сады, виноградники, хмельники и т. п.), составляют самостоятельный вид сельскохозяйственных земель. На них получают сравнительно большой объем ценной продукции, поэтому наличие данных видов земель свидетельствует об интенсивном использовании земли. Их площадь – 100 тыс. га (4,8 %).

Важное хозяйственное значение имеют сенокосы и пастбища, именуемые луговыми землями. Луговые земли – сельскохозяйственные земли, используемые преимущественно для возделывания луговых многолетних трав, земли, на которых создан искусственный травостой или проведены мероприятия по улучшению естественного травостоя (улучшенные луговые земли), а также земли, покрытые естественными луговыми травостоями (естественные луговые земли). На этих землях - в 2–3 раза ниже производственные затраты, но и соответственно ниже выход продукции. Они используются для обеспечения животноводства кормами. В процессе интенсификации производства большая часть луговых земель в Беларуси подверглась коренному улучшению: из 2520 тыс. га луговых земель 1767 тыс. га – улучшенные луговые. Удельный вес луговых земель в структуре сельскохозяйственных составляет 30 %.

Площадь естественных луговых (3,6 %) и залежных земель (0,1 %) незначительна; эти земли представляют собой в какой-то степени ресурс для перевода сельскохозяйственных земель в другие виды. Введено понятие «обрабатываемые земли», к которым относятся пахотные, улучшенные луговые и земли под постоянными культурами. По сравнению с другими видами и подвидами сельскохозяйственных земель обрабатываемые земли более интенсивно используются, а их площадь имеет решающее значение для развития сельскохозяйственного производства. До 80-х годов 20 века площадь обрабатываемых земель увеличилась почти на 1 млн. га за рассматриваемый период (рисунок 5). Затем на протяжении 20 лет (до 2000 г.) она изменялась в интервале 8400 – 8600 тыс. га, после 2000 г. стала уменьшаться и сейчас площадь обрабатываемых земель составляет чуть более 7,5 млн. га. Такая тенденция характерна в целом для страны и для отдельных областей и районов для данной группы земель.

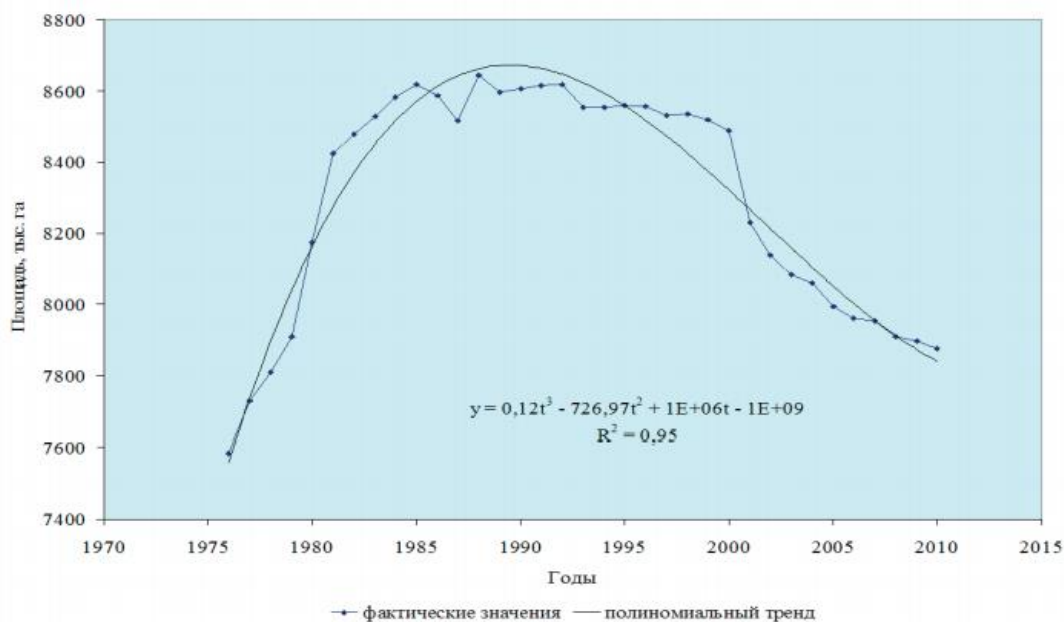


Рисунок 5 – Динамика (по фактическим данным и тренд) площади обрабатываемых земель в Республике Беларусь за 45-летний период [19].

Общая площадь с/х земель составила по состоянию на 01.01.2021 г. около 8,3 млн. га (т.е. сельскохозяйственная освоенность территории составляет около 40 %). На рисунке 6 показаны состав и структура с/х земель: доминируют пахотные земли, большой удельный вес имеют луговые земли; земли под постоянными культурами и залежные – незначительный.

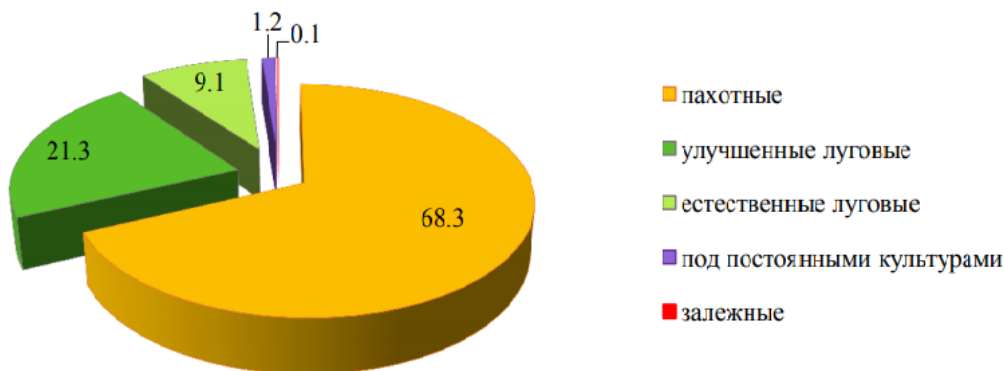


Рисунок 6 - Состав и структура сельскохозяйственных земель по состоянию на 01.01.2021 г., % [3].

Лесные земли – земли лесного фонда, покрытые лесом, а также не покрытые лесом, но предназначенные для его восстановления (вырубки, гари, редины, пустыри, прогалины, погибшие древостои, площади, занятые питомниками, плантациями и несомкнувшимися лесными культурами, и др.), предоставленные для ведения лесного хозяйства. Их площадь 8865,1 тыс. га, т.е. 42,7 % (лесистость нашей страны по данным Министерства лесного хозяйства составляет 40,1%).

Земли под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) – земли, покрытые древесно-кустарниковой растительностью, не входящей в лесной фонд. Площадь данного вида земель составляет 957 тыс. га (4,6 %).

Временная динамика площади земель лесных и под древесно-кустарниковой растительностью характеризуется тенденцией к возрастанию с резким подъемом после 2000 г. (рисунок 7).

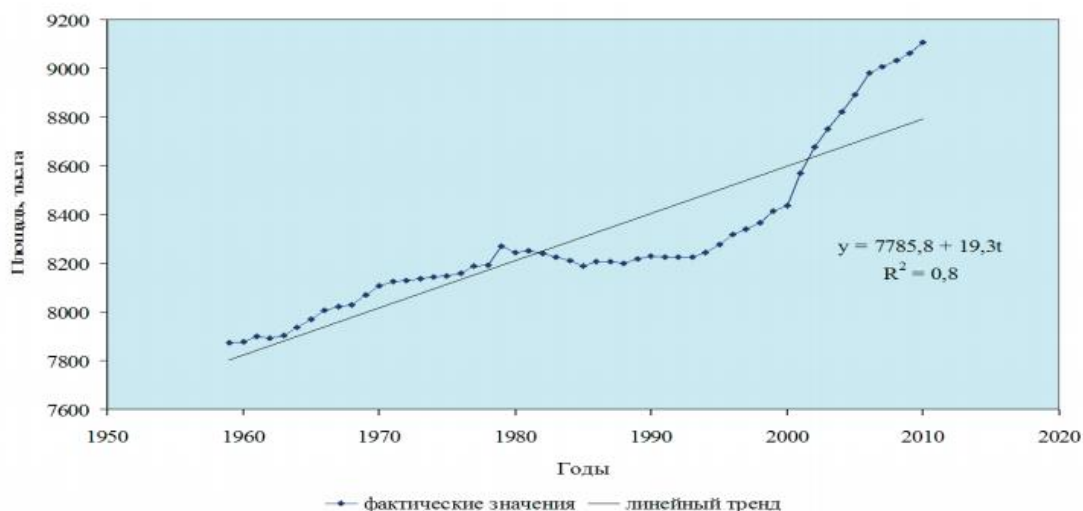


Рисунок 7 - Динамика (по фактическим данным и тренд) площади лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью в Республике Беларусь за 70-летний период [19].

Временная динамика площади с/х и лесных земель (с учетом древесно-кустарниковой растительности) (назовем их условно «большими» видами земель исходя из их площади; все остальные виды земель отнесем к «малым») показывает важнейшую особенность в перераспределении земельного фонда за послевоенный период (рисунок 8).

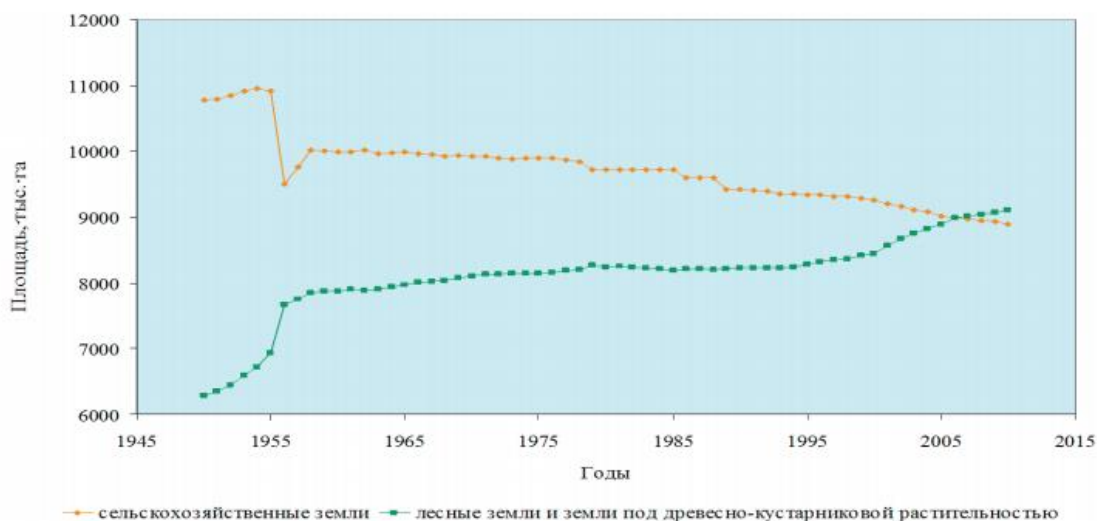


Рисунок 8 – Динамика (по фактическим данным и тренд) площади сельскохозяйственных земель, лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью в Республике Беларусь за 70-летний период [19].

Наблюдается многолетняя тенденция снижения доли с/х земель и рост площади лесных земель с балансовым соотношением между ними в 2013–2015 гг. Площадь земель под древесно-кустарниковой растительностью после небольшого спада в 2005-2007 г.г. имеет устойчивую тенденцию к росту.

Уменьшение площади сельскохозяйственных земель в последние десятилетия связано в основном с переводом малопродуктивных земель в несельскохозяйственные земли. Одной из постоянных причин также является изъятие сельскохозяйственных земель и предоставление их для несельскохозяйственных целей. Увеличение площади лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) объясняется благоприятными природными условиями для произрастания естественной древесно-кустарниковой растительности, а также долговременной политикой государства, направленной на облесение песков, неиспользуемых земель, низкокачественных сельскохозяйственных земель, на развитие лесного хозяйства в целом.

Земли под болотами – избыточно увлажненные земли, покрытые слоем торфа. Они могут дифференцироваться на подвиды: земли под верховыми болотами, низинными, переходными. Их площадь – 783 тыс. га. Временная динамика площади земель под болотами показана на рисунке 9.

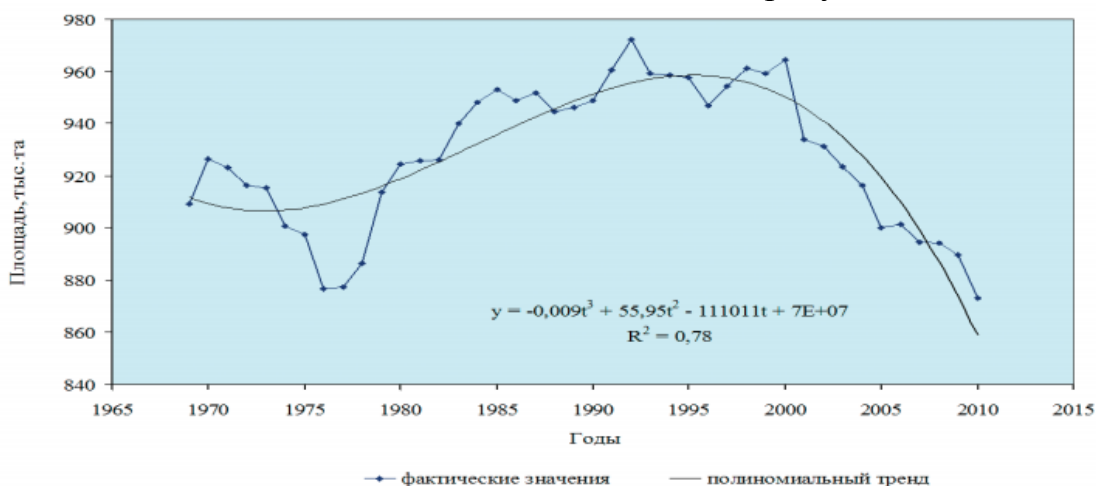


Рисунок 9 – Динамика (по фактическим данным и тренд) площади земель под болотами в Республике Беларусь за 50-летний период [19].

Земли под водными объектами – земли, занятые сосредоточением природных вод на поверхности суши (реками, ручьями, родниками, озерами, водохранилищами, прудами, прудами-копанями, каналами и иными поверхностными водными объектами). Они также могут дифференцироваться на подвиды: земли под водотоками, под водоёмами и т.д. Они занимают площадь 463 тыс. га. Наблюдаемая многолетняя тенденция увеличения площади земель под водными объектами на протяжении последних 30 лет вышла на плато и даже немного снизилась в последнее десятилетие (рисунок 10).

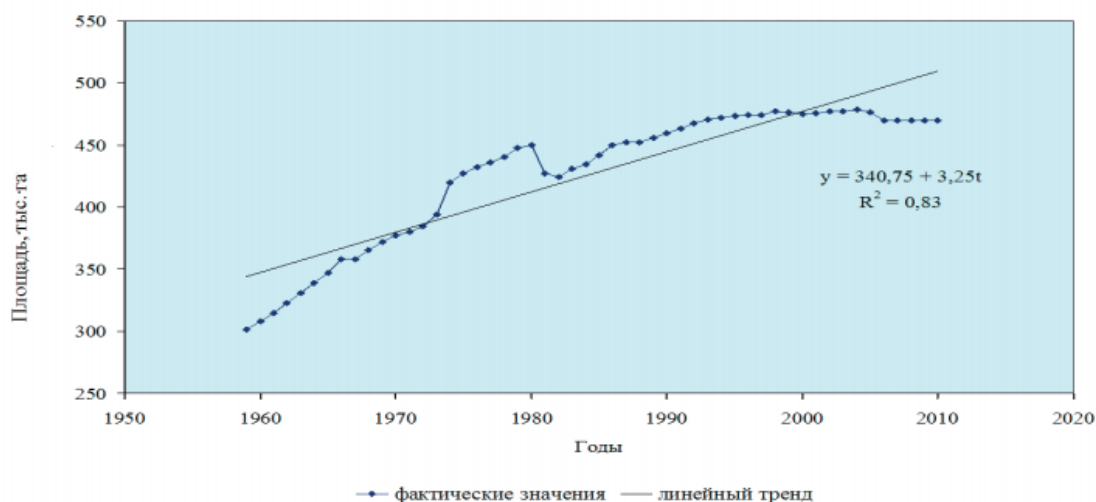


Рисунок 10 – Динамика (по фактическим данным и тренд) площади земель под водными объектами в Республике Беларусь за 70-летний период [19].

Земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями – земли, занятые дорогами, просеками, прогонами, трубопроводами, иными линейными сооружениями. Они предназначены для транспортировки людей и грузов, перегонов техники, скота и имеют, как правило, линейную форму. Их площадь 373 тыс. га. Площадь этого вида земель имеет многолетнюю тенденцию к росту (рисунок 11).

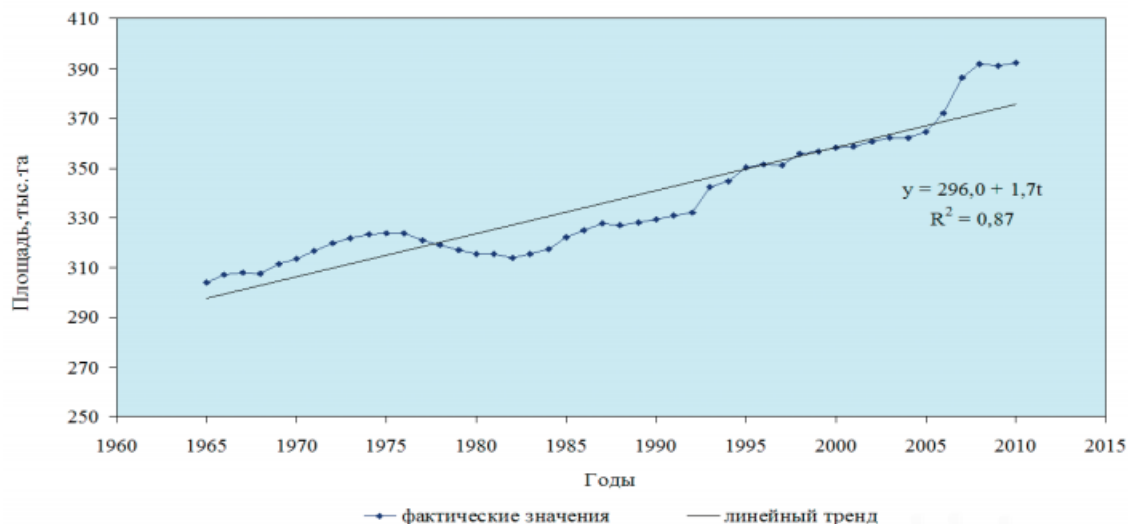


Рисунок 11 – Динамика (по фактическим данным и тренд) площади земель под дорогами и иными транспортными коммуникациями в Республике Беларусь за 55-летний период [19].

Земли общего пользования – земли, занятые улицами, проспектами, площадями, проездами, набережными, бульварами, скверами, парками и другими общественными местами. Они могут подразделяться на соответствующие подвиды и разновидности и занимают около 120 тыс. га.

Земли под застройкой – земли, занятые капитальными строениями (зданиями, сооружениями), а также земли, прилегающие к этим объектам и

используемые для их обслуживания. В этом виде земель могут выделяться подвиды (земли жилой застройки, земли промышленной застройки) и разновидности (земли жилой усадебной застройки, земли многоквартирной жилой застройки и т.д.), их площадь – 432 тыс. га. Временная динамика площади земель под застройкой и общего пользования показана на рисунке 12.

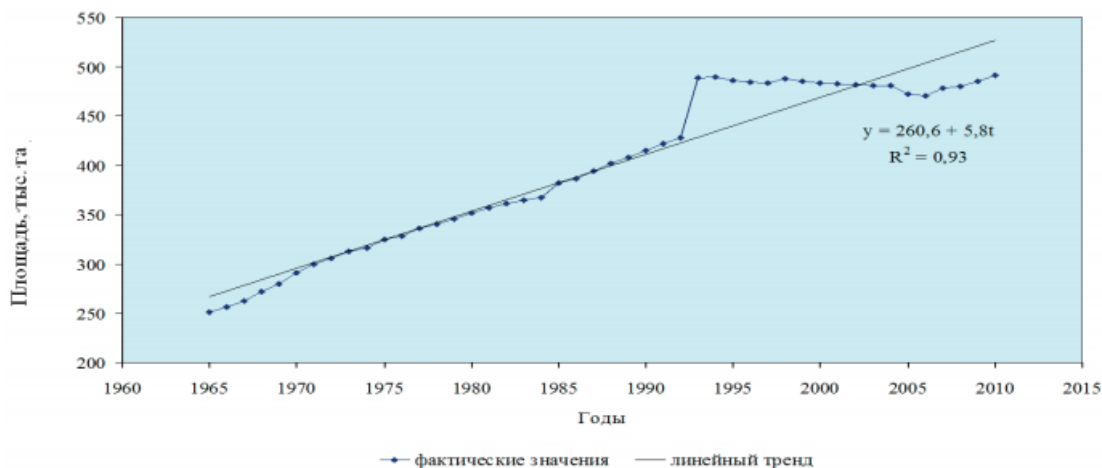


Рисунок 12 – Динамика (по фактическим данным и тренд) площади земель под застройкой и земель общего пользования в Республике Беларусь за 55-летний период [19].

Нарушенные земли – земли, утратившие свою природно-историческую и хозяйственную ценность в результате антропогенного воздействия и находящиеся в состоянии, исключающем их эффективное использование по исходному целевому назначению. Они могут являться источником экологически конфликтной ситуации. Эти земли дифференцируются на подвиды по причинам и способам нарушения (которые определяют возможные пути рекультивации): 1) при добыче полезных ископаемых и их переработке; 2) при добыче торфа и сапропелей; 3) при ведении строительных работ. Площадь нарушенных земель (3,9 тыс. га по состоянию на 01.01.2021 г.) изменяется в незначительных пределах: земли передаются для разработки полезных ископаемых и строительства, и после их завершения рекультивируются.

Неиспользуемые земли – земли, которые в результате природных и антропогенных процессов находятся в состоянии, не пригодном для их хозяйственного использования. Эти земли подразделяются на следующие подвиды: 1) пески, лишенные растительности; 2) овраги и промоины – линейные формы рельефа эрозионного происхождения с отсутствием или слабо сформированным почвенным покровом; 3) выгоревшие торфяники – торфяники, пострадавшие от пожара до степени прекращения роста растительности; 4) бывшие сельскохозяйственные земли, загрязненные радионуклидами – земли, расположенные в зонах радиоактивного загрязнения, на которых не обеспечивается производство продукции, соответствующей республиканским и международным нормам; 5) прочие неиспользуемые земли. Их площадь около 400 тыс. га.

Иные земли – земли, не отнесенные к перечисленным видам земель. Их подвиды: земли, находящиеся в стадии улучшения (мелиоративного строительства, восстановления плодородия), земли, находящиеся в стадии добычи полезных ископаемых и строительства, земли, используемые для хранения отходов (бытовых, промышленных, загрязненных радионуклидами). Они занимают площадь около 80 тыс. га. Площадь нарушенных земель в Республике Беларусь изменяется в незначительных пределах: земли передаются для разработки полезных ископаемых и строительства, и после их завершения рекультивируются.

В процессе развития хозяйства происходят изменения в соотношении малых видов земель: увеличивается площадь земель под дорогами, под застройкой, земель общего пользования; сокращается площадь земель под болотами, под водными объектами (рисунок 13). Происходит трансформация видов земель, меняется их качество. Иными словами, соотношение видов земель – понятие динамичное, и ведение кадастра позволяет проводить мониторинг этих изменений.

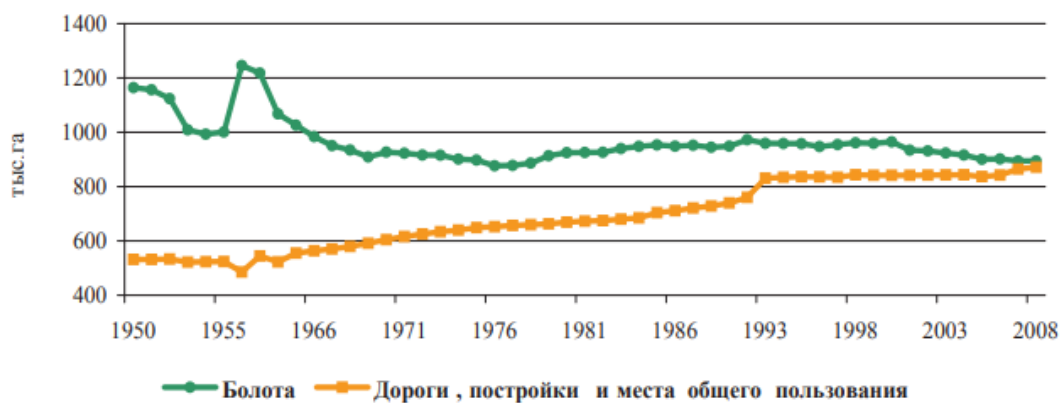


Рисунок 13 – Динамика площади земель под болотами, а также земель, занятых дорогами и другими транспортными коммуникациями, постройками, площадями, улицами и местами общего пользования в Республике Беларусь за 58-летний период [19].

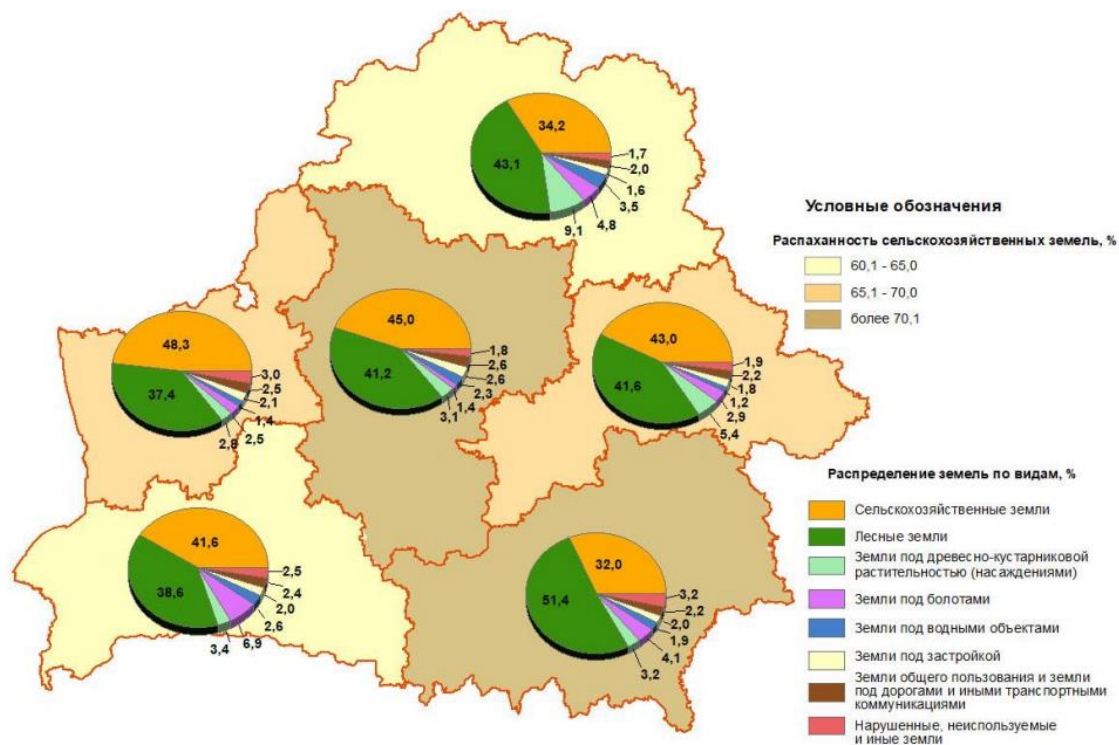


Рисунок 14 – Структура земельного фонда в разрезе областей (по видам земель по состоянию на 01.01.2021) [3].

На рисунке 14 показана пространственная структура земельного фонда по областям. Ее анализ позволяет выделить 3 основных момента: 1) абсолютное преобладание «больших» видов земель (сельскохозяйственных и лесных земель) с некоторыми отклонениями в ту или иную сторону, связанными с региональной спецификой почвенного покрова, а в Гомельской и Могилевской областях – с последствиями аварии на ЧАЭС. 2) Распаханность сельскохозяйственных земель самая высокая в Минской и Гомельской областях (более 70 %), самая низкая – в Витебской и Брестской (менее 65 %). 3) Средостабилизирующие виды земель, формирующие природный (экологический) каркас территории (лесные, луговые, болотные, под древесно-кустарниковой растительностью, под водными объектами), составляют более 50% от площади каждой из областей. В среднем по стране эти виды земель занимают около 57 % территории. Пространственная динамика в распределении средостабилизирующих видов земель между административными районами показана на рисунке 15: доминируют северные районы (с наибольшей лесистостью и заболоченностью территории) и южные, высокая лесистость которых связана с радиоактивным загрязнением. Временная динамика данной группы земель показывает тенденцию к росту их площади (рисунок 16).

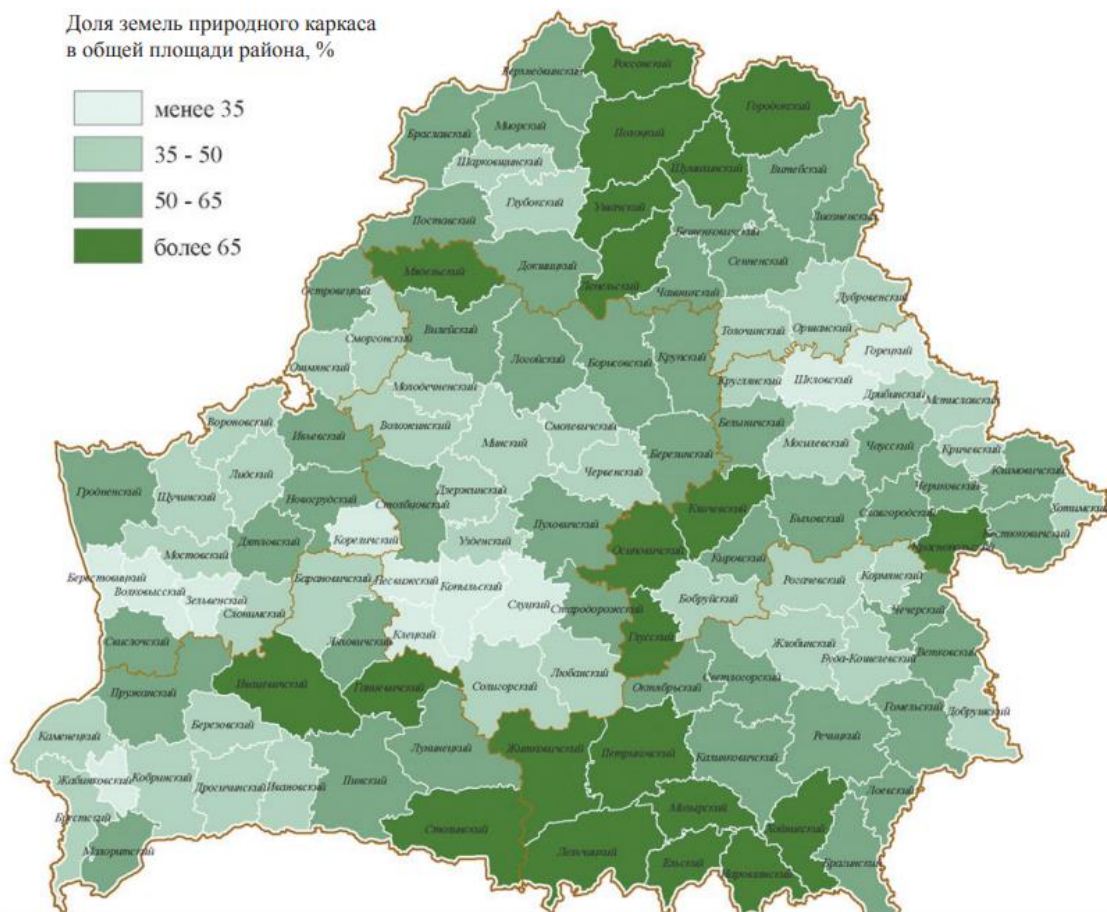


Рисунок 15 – Пространственная динамика земель природного каркаса [19].

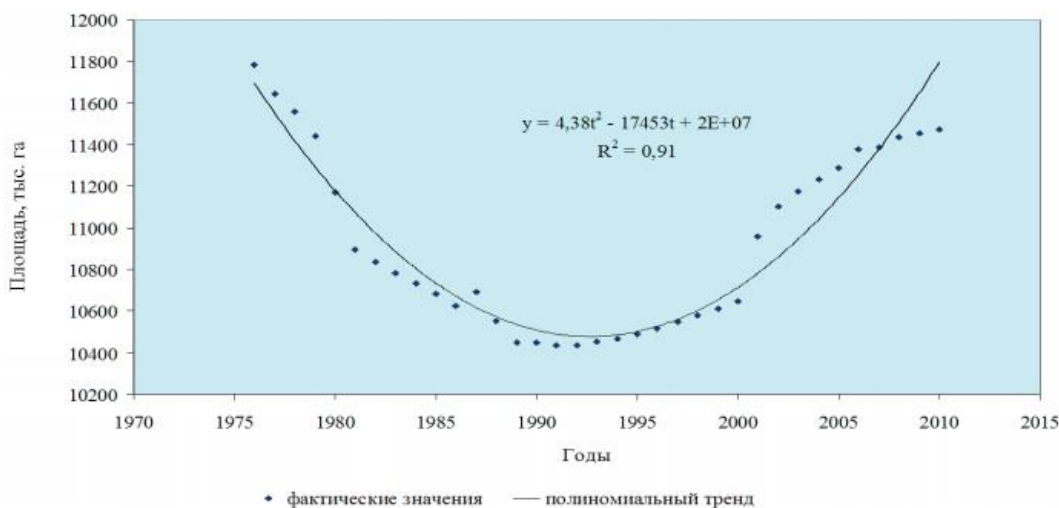


Рисунок 16 – Динамика (по фактическим данным и тренд) площади земель природного каркаса в Республике Беларусь за 45-летний период [19].

Видна тенденция увеличения с начала 1990-х площади земель природного каркаса, которая стала наиболее заметной в 2000-х. Это результат, с одной стороны, некоторой «экологизации» землепользования, в том числе и под влиянием мировых процессов, с другой – следствие земельных и экономических преобразований. Сопряженный анализ рисунков 5 (площадь обрабатываемых земель) и 16 позволяет выявить определенную взаимосвязь изменений площадей обрабатываемых земель и земель природного каркаса, как, впрочем, и

уменьшения площади сельскохозяйственных земель в целом и увеличения площади лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью (рисунок 8). После проведения кадастровой оценки с/х земель активно осуществлялся перевод наименее плодородных пахотных и улучшенных луговых земель в залежные и естественные луговые земли, а затем – в лесные земли (облесение), земли под древесно-кустарниковой растительностью (естественное зарастание, облесение), в земли под болотами и, иногда, под водными объектами (повторное заболачивание, обводнение и т.д.). В результате этих и некоторых других процессов уменьшилась площадь обрабатываемых земель и увеличилась площадь земель природного каркаса. Причем целями этих преобразований могли быть как повышение эффективности использования сельскохозяйственных земель и сельскохозяйственного производства в целом за счет сокращения непроизводительных затрат на обработку низкокачественных земель и привлечения дополнительных ресурсов для интенсификации использования лучших земель, так и охрана земель и окружающей среды за счет снижения интенсивности использования деградирующих земель. Вместе с тем, необходимо учитывать, что площади и состав обрабатываемых земель и земель природного каркаса могут изменяться и независимо друг от друга. Например, площадь лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) в некоторых районах увеличивается за счет земель под болотами в случае их постепенного зарастания, и этот переход не отражается на площади земель природного каркаса.

В связи с тем, что земли отдельных отраслей хозяйства используются определенными землепользователями, в пределах каждой категории (за исключением свободных земель запаса) земельный фонд учитывается по категориям землепользователей. В соответствии со ст. 1 Кодекса о земле, землепользователи – лица, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность на земельных участках, находящихся в частной собственности граждан, негосударственных юридических лиц Республики Беларусь либо в собственности иностранных государств, международных организаций (собственники), пожизненном наследуемом владении (владельцы), постоянном или временном пользовании (пользователи), аренде (арендаторы), субаренде (субарендаторы). В ежегодно издаваемом Госкомимуществом сборнике "Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь" выделены следующие категории землепользователей:

- сельскохозяйственные организации: им земли предоставляются для ведения сельского хозяйства, в том числе в исследовательских и учебных целях, а также для ведения подсобного хозяйства. Их площадь, по состоянию на 1 января 2021 г., составляет 8772 тыс. га;

- крестьянские (фермерские) хозяйства – для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства. Их площадь составляет 291 тыс. га;

- граждане – для строительства и обслуживания жилого дома, ведения личного подсобного хозяйства, для садоводства и дачного строительства, для огородничества, для сенокосения и выпаса сельскохозяйственных животных,

для иных сельскохозяйственных целей, для иных несельскохозяйственных целей. Их площадь составляет 840 тыс. га;

– организации, ведущие лесное хозяйство – для ведения лесного хозяйства. Их площадь составляет 8770 тыс. га;

– промышленные организации занимают площадь 58 тыс. га;

– площадь организаций железнодорожного, автомобильного транспорта, обороны, связи, энергетики, строительства, торговли, образования, здравоохранения и некоторых других составляет 508 тыс. га;

– организации природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения на площади 869 тыс. га;

– организации, эксплуатирующие и обслуживающие гидротехнические и иные водохозяйственные сооружения, включая полосы отвода вдоль каналов и других сооружений, предоставленные в установленном порядке данным организациям и неучтенные как земли иных категорий землепользователей занимают площадь 37 тыс. га;

Для полноты сведений приводим и площадь земель, земельных участков, не предоставленных землепользователям, и данные о площадях земель общего пользования, не отнесенные к землям иных категорий землепользователей около 615 тыс. га. Анализ структуры земельного фонда по категориям землепользователей (рисунок 17) показывает доминирование земель сельскохозяйственных и лесохозяйственных организаций с небольшими вариациями по областям. Временная динамика за последние 7 лет имеет следующие тенденции: земли с/х организаций уменьшились почти на 180 тыс. га, земли граждан – на 105 тыс. га; земли лесохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств – увеличились соответственно на 320 и на 126 тыс. га. Для остальных категорий землепользователей временная динамика незначительна.

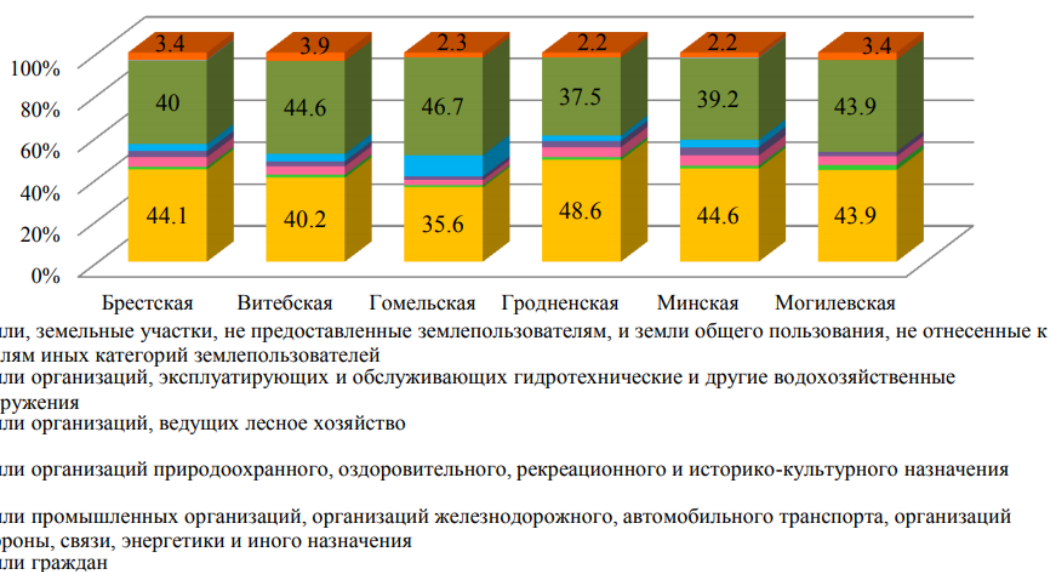


Рисунок 17 Состав и структура земель по категориям землепользователей в разрезе областей по состоянию на 01.01.2021 г. [3].

За более длительный период основной причиной сокращения сельскохозяйственных земель было исключение из оборота земель, загрязненных радионуклидами. После аварии на ЧАЭС 265,4 тыс. га земель с/х предприятий были переведены в прочие несельскохозяйственные земли (сейчас их площадь сократилась до 248,6 тыс. га). Значительные площади пахотных земель с низкой кадастровой оценкой были выведены из состава сельскохозяйственных угодий и переданы преимущественно лесохозяйственным предприятиям. Поэтому площадь земель последних увеличилась более, чем на 1200 тыс. га. Заметно увеличилась также площадь земель организаций природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения.

Для отслеживания состава и состояния земельного фонда, его динамических показателей, оценки и принятия решений по оптимизации структуры земельного фонда административно-территориальных единиц проводится мониторинг земельного фонда.

Распределение почв по типам, гранулометрическому составу, степени гидроморфизма. Сельскохозяйственные земли Беларуси характеризуются большим разнообразием почвенного покрова. Однако на фоне общей пестроты в их составе преобладают дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы (около 71 %). Кроме этого, широко распространены дерновые, дерновые заболоченные и дерново-карбонатные заболоченные (около 11 %), торфяно-болотные (11 %), аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные (около 4%) и антропогенно-преобразованные (более 3 %). При этом дерново-карбонатные почвы в структуре почвенного покрова сельскохозяйственных земель занимают только 0,1 %.

Согласно данным Атласа почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь [20] дерново-подзолистые почвы наиболее широкое распространение получили в Гродненской (47,2%), Могилевской (41,9%) и Минской (39,7%) областях, дерново-подзолистые заболоченные - в Витебской (59,8 %) и Могилевской (40,8 %), дерновые и дерново-карбонатные заболоченные – в Брестской (26,1 %) области. Максимальные площади торфяных почв сосредоточены в Брестской, Гомельской и Минской областях (18,8; 14,2; 14,7 % соответственно). В последние годы значительно увеличились площади антропогенно-преобразованных почв, которые представлены в основном деградированными торфяными (дегроторфяными). Наибольшие их площади также характерны для Брестской, Гомельской и Минской областей.

Дерново-подзолистые почвы занимают 34,2 % площади сельскохозяйственных земель и 47,0 % пахотных земель. Развиваются на всех встречающихся в Беларуси почвообразующих породах, и весьма разнообразных условиях рельефа, сложения пород, растительности, что сказалось на их внешнем облике и свойствах. Сформировались они под широколиственно-еловыми и широколиственно-сосновыми лесами в условиях промывного водного режима, своеобразие которого в пределах республики определяется отсутствием постоянного нисходящего тока влаги с проникновением ее до грунтовых вод. Сквозное промачивание почвенной толщи

имеет место весной, во время снеготаяния, и частично осенью, в дождливый период. При этом в северных и северо-восточных районах республики промывной водный режим более выражен. В формировании генетического профиля дерново-подзолистых почв основная роль принадлежит процессам подзолообразования и гумусонакопления. Поэтому их генетический профиль состоит из горизонтов A_0 (подстилка), A_1 (гумусового), A_2 (подзолистого) и В(иллювиального). Дифференциация профиля на элювиальную и иллювиальную часть связана с разрушением первичных и вторичных минералов почвообразующей породы кислым гумусовым веществом и выносом продуктов разрушения из верхних в нижние горизонты почвы. При освоении дерново-подзолистых почв под пахотные земли в их профиле вместо горизонтов A_0 и A_1 , частично A_2 или A_2B_1 (на рыхлых отложениях) выделяется горизонт $A_{п.}$

Эти почвы имеют повсеместное распространение на территории республики. Различие их заключается в генезисе, гранулометрическом составе, характере строения почвообразующих и подстилающих пород, влияющих на водно-физические свойства дерново-подзолистых почв и запасы питательных веществ.

Доля этих почв в составе пахотных земель колеблется от 32,9 % в Брестской области до 65,5 % в Гродненской. Максимальными площадями дерново-подзолистых почв в составе сельскохозяйственных земель характеризуются Барановичский (62,0 %) район Брестской области, Волковысский (62,1 %), Берестовицкий (55,6 %), Ошмянский (61,1 %), Островецкий (51,6 %) и Свислочский (52,7%) районы Гродненской области, Минский (60,6%), Дзержинский (53,6 %), Несвижский (51,9 %), Столбцовский (57,8 %) и Смолевичский (51,2 %) районы Минской области, Чериковский (59,1 %) и Шкловский (58,3%) районы Могилевской области, Дубровенский (52,4 %) район Витебской области [20].

Дерново-подзолистые заболоченные почвы (37,2 % сельхозземель и 40,5 % пахотных земель) формируются в условиях продолжительного периодического переувлажнения поверхностными или почвенно-грунтовыми водами, что приводит к формированию в их генетическом профиле глеевых пятен или сплошных глеевых горизонтов. Наиболее широко распространены в Витебской области, где они формируются на связных породах в условиях затрудненного поверхностного стока. В южной части республики эти почвы также занимают значительные площади и приурочены к обширным песчаным низинам с близким залеганием грунтовых вод. В центральных районах Беларуси эти почвы развиваются в нижних частях пологих склонов и на плоских местах с плохими условиями естественного дренирования. Дерново-подзолистые заболоченные почвы преобладают (>50,0 %) в составе сельскохозяйственных земель большинства районов Витебской области. В Шарковщинском (87,0 %), Шумилинском (76,4 %), Бешенковичском (75,3 %) и Полоцком (70,9 %) районах на этих почвах сконцентрировано более 70 % площади сельскохозяйственных земель. Большой удельный вес этих почв характерен для Краснопольского (63,8 %), Костюковичского (55,7 %) и Хотимского (62,0 %) районов Могилевской области, а также Наровлянского (62,0 %) и Ельского (53,8 %) районов

Гомельской области [20]. В естественном состоянии дерново-подзолистые заболоченные почвы заняты преимущественно лесами. Иногда они используются также под кормовыми угодьями, продуктивность которых обычно невысокая.

Дерновые и дерново-карбонатные заболоченные почвы составляют 10,2 % площади сельхозземель. В составе пахотных земель они занимают 5,4 % площади. Они наиболее распространены в западной и юго-западной частях страны и занимают большой удельный вес в составе сельскохозяйственных земель многих районов Брестской области, где на долю этих почв приходится более 30 % площади: в Малоритском – 41,7 %, Дрогичинском – 39,1, Жабинковском – 35,3, Кобринском – 38,7, Столинском – 37,4, Пинском – 30,6 %. Большие площади этих почв характерны для Житковичского (20,0 %), Речицкого (18,2%) и Хойникского (18,4%) районов Гомельской области, Мостовского (18,3%), Щучинского (17,5%), Сморгонского (16,9%) и Дятловского (15,7%) районов Гродненской области, Любанского (17,6 %) района Минской области [20]. Такие почвы формируются в понижениях с неглубоким залеганием жестких грунтовых вод, что способствует развитию дернового и глеевого процессов почвообразования и созданию сравнительно мощного гумусового горизонта в их генетическом профиле. В северной части республики эти почвы приурочены к нижним частям склонов и встречаются небольшими участками. В зависимости от степени проявления дернового и болотного процессов почвообразования среди них выделяются дерново-глеевые, дерново-глееватые и перегнойно-глеевые почвы. Наибольшее распространение имеют дерново-глееватые почвы, которые занимают относительно менее увлажненные позиции, чем и обусловлена периодичность и относительная кратковременность их переувлажнения, вызывающая образование отдельных оглеенных и ржаво-охристых пятен в верхней части профиля. Морфологический профиль дерново-глееватых почв состоит из хорошо выраженного гумусового горизонта, за которым следует переходный к породе горизонт В, бурого цвета с пятнами оглеения, и ниже сильно оглеенная порода. Мощность гумусового горизонта обычно достигает 18–25 см. В отдельных местах может снижаться до 15 см и меньше. Подтип дерново-(перегнойно)-глеевых почв обычно характеризуется более мощным перегнойным горизонтом, за которым сразу же следует глеевый. То есть с усилением степени оглеения упрощается генетический профиль, а гумусовый горизонт приобретает все более темные тона окраски и увеличивается по мощности.

Наименьший удельный вес (0,1 % сельхозземель) составляют дерново-карбонатные почвы. Встречаются они, как правило, небольшими участками по всей территории, где формируются в местах выходов на поверхность мелов, доломитов, известняков, пресноводных мергелей, а также на других породах, содержащих значительное количество карбонатов кальция. Содержание CaCO_3 в коренных известняковых отложениях составляет 80–96 %. Вскипают обычно в горизонте А или в лежащем под ним, но не глубже 40–50 см. Наиболее характерными диагностическими признаками дерново-карбонатных почв являются: слабо-, среднекислая и нейтральная реакция верхних горизонтов

и слабощелочная – нижних; высокая емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями; развитый гумусовый горизонт, обладающий комковато-зернистой структурой и, гумус которого по составу представлен преимущественно гуминовыми кислотами. Это наиболее плодородные почвы республики. В настоящее время они в основном распаханы. Благодаря высокому содержанию кальция в почвообразующей породе продукты разложения растительных остатков в дерново-карбонатных почвах нейтрализуются, не давая развиваться подзолистому процессу. Органическое вещество закрепляется и накапливается в горизонте А, который залегает непосредственно на горизонте В. Максимальные площади дерново-карбонатных почв в составе сельскохозяйственных земель сосредоточены в Житковичском (1,3 %) и Чечерском (0,3 %) районах Гомельской области; Зельвенском (0,7%), Мостовском (0,6%) и Гродненском (0,4%) районах Гродненской области; Славгородском (0,4%) и Климовичском (0,3 %) районах Могилевской области; Каменецком (0,4%) районе Брестской области [20].

Бурые лесные почвы развиваются в основном на остаточных карбонатных и рыхлых минералогически богатых породах под дубово-грабовыми и елово-дубовыми лесами. В составе сельскохозяйственных угодий занимают всего лишь около 200 га и встречаются главным образом в Гродненской области.

Территория Беларуси характеризуется довольно широким распространением торфяно-болотных почв (11,3 % сельхозземель и 4,8 % пахотных земель). Распространение болотных почв в пределах отдельных регионов республики неравномерное и отражает естественно-исторические условия формирования природных ландшафтов. Все торфяно-болотные почвы таежно-лесной зоны в зависимости от генезиса, условий залегания и характера растительности делят на два типа: верховые (олиготрофные) и низинные (эвтрофные). Переходные (мезотрофные) торфяники, занимая промежуточное положение, по своим свойствам больше тяготеют к верховому типу. Самыми распространенными являются торфяно-болотные почвы низинного типа, которые составляют более 90 % всех торфяников пахотных земель и около 80 % сельхозугодий.

В северной части значительное место занимают торфяники верхового типа, характерные для водоразделов, пологих склонов долин, вторых и третьих надпойменных террас. Низинные торфяники на севере Республики Беларусь обычно формируются в озерных котловинах с устойчивым водно-минеральным питанием. Верховые торфяники имеют сложное строение с мощным верхним слоем слаборазложившегося обводненного сфагнового торфа.

Для центральной части Беларуси характерны крупные массивы преимущественно торфяно-болотных почв низинного типа, сложенные торфами различного строения в зависимости от особенностей гидрохимического режима. Верховые торфяники встречаются здесь реже и приурочены к водоразделам и вторым надпойменным террасам.

Основная часть низинных торфяно-болотных почв сосредоточена в южной части республики, в пределах Полесской низменности.

В естественном состоянии органогенные горизонты низинных торфяно-болотных почв состоят в основном из остатков эвтрофной болотной растительности. Собственно почвенные горизонты отличаются от горизонтов почвообразующей породы окраской и степенью разложения торфа. Степень разложения органического вещества варьирует чаще всего в пределах 25–45 %, зольность – от 5 до 25 %, плотность – от 0,1 до 0,2 г/см³.

Наиболее крупные массивы верховых и переходных торфяно-болотных почв южной части республики расположены в притеррасной части поймы Припяти. Значительные площади их складываются из разбросанных среди лесов небольших «мшар» размерами до 1 га.

Для профиля верховых торфяно-болотных почв в неосушенном естественном состоянии характерно наличие очеса – живораствующего мохового и травяного покрова, легко отделяющегося от нижележащего слоя торфа. Ежегодный прирост мхов и увеличение очеса незначительны, от 1–2 мм до нескольких сантиметров, средняя мощность 4–6 см. Встречаются очесы мощностью до 20–30 см. Торф по всему профилю характеризуется низкой зольностью (до 5 %), слабым разложением органического вещества, высокой влагоемкостью, низкими значениями плотности. Однородный ботанический состав торфа и низкая степень разложения по всей глубине обуславливают сравнительное постоянство элементного состава его органической части.

Маломощные торфяные почвы (мощность торфа до 1,0 м) составляют 68,7 % площади всех торфяно-болотных почв пахотных земель и 66,1 % сельхозземель. Более 25 % площади сельскохозяйственных земель сосредоточено на торфяных почвах в Ганцевичском (31,3 %), Ивацевичском (35,6 %), Лунинецком (30,3 %) и Пинском (33,1%) районах Брестской области, Лельчицком (34,2%) и Октябрьском (34,0%) районах Гомельской области, Любанском (33,3 %), Солигорском (29,7 %) и Стародорожском (25,0 %) районах Минской области и Глуском районе (25,5 %) Могилевской области [20].

Для аллювиальных торфяно-болотных почв характерно в разной степени заиление торфа. Нередко в нем прослеживаются прослойки глины, суглинка, реже песка, а также отложения карбонатов кальция, вивианита и окислов железа (охры). Степень разложения торфа пойменных почв обычно более высокая, чем низинных торфяников водораздельных территорий, а отложение взвешенного материала способствует оструктуриванию пойменных торфяников.

Пойменные дерновые и дерново-заболоченные почвы формируются в особых условиях, создающихся в результате периодического затопления пойм тальными водами в весенний период и в период сильных дождей летом и осенью, а также неглубокого залегания грунтовых вод. Основные площади этих почв сосредоточены в поймах рек Днепра, Сожа, Припяти, Березины, Немана и имеют наибольшее распространение в составе сельскохозяйственных земель Столинского (24,7 %) и Брестского (11,0%) районов Брестской области, Житковичского (20,0%), Лоевского (17,6%) и Мозырского (15,8%) районов Гомельской области и Быховского района (11,2 %) Могилевской области [20].

Антропогенно-преобразованные почвы занимают 3,3 % площади сельскохозяйственных земель и 1,7 % площади пахотных земель. Формируются

эти почвы под влиянием антропогенного фактора, приводящего к частичному или полному изменению их генетического профиля. Самыми распространенными являются деградированные торфяные почвы. Они составляют 81,3 % всех антропогенно-преобразованных почв пахотных и 73,5 % сельскохозяйственных земель. Наибольшее распространение среди сельскохозяйственных земель такие почвы имеют в Ивацевичском (10,5%), Луинецком (16,7%) и Малоритском (10,9%) районах Брестской области, Ельском (11,7%), Калинковичском (12,5%), Октябрьском (9,6 %), Петриковском (12,0 %) и Светлогорском (14,3 %) районах Гомельской области, а также Любанском районе (12,1%) Минской области, Бобруйском (6,9%) районе Могилевской области [20].

Качественное состояние минеральных почв определяется не только их генетической принадлежностью, но и гранулометрическим составом почвообразующих пород. Наиболее плодородными являются легко-и среднесуглинистые почвы, характеризующиеся сравнительно устойчивым водным режимом и большими запасами питательных веществ. В составе сельскохозяйственных земель Беларуси преобладают супесчаные почвы, которые занимают 45,2 % общей площади (из них связносупесчаные – 19,0 %, рыхлосупесчаные – 26,2 %), песчаные – 21,5 %, суглинистые и глинистые – 20,2 % (из них легко-, средне-, и тяжелосуглинистые – 20,1%, глинистые – только 0,1 %).

Среди суглинистых почв преобладают легкосуглинистые разновидности, доля которых составляет 18,9%. Самым высоким удельным весом суглинистых и глинистых почв характеризуется Витебская область (50,1 %). В Могилевской области таких почв 34,2 %, а в Минской – 21,5 %. Наименьшие площади суглинистых почв характерны для Брестской (3,8 %), Гомельской (4,7 %) и Гродненской (3,3 %) областей, где сильно возрастает удельный вес песчаных и супесчаных почв. В Брестской и Гомельской областях удельный вес песчаных разновидностей составляет соответственно 40,7 % и 46,9 %, а в Гродненской области супесчаные почвы занимают 73,0 % площади сельскохозяйственных земель (из них 19,3% приходится на связносупесчаные, а 53,7 % – на рыхлосупесчаные разновидности). Супесчаные почвы, подстилаемые суглинками, занимают 23,4 % площади сельскохозяйственных земель, песками – 21,8%. Песчаные почвенные разновидности почти полностью сформированы на мощных рыхлых отложениях и только 2,8 % из них подстилается суглинками. Около одного процента (0,9 %) суглинистых почв республики подстилается песками [20].

На супесчаных почвах, характеризующихся большей по сравнению с суглинистыми динамичностью водного режима, урожаи заметно снижаются. Самым низким уровнем плодородия характеризуются песчаные почвы, составляющие чуть более 20 % от площади сельскохозяйственных земель страны. В Брестской и Гомельской областях на их долю приходится соответственно 40,7 % и 46,9 % сельскохозяйственных земель. Плодородие легких по гранулометрическому составу почв сильно возрастает при подстилании песков на небольшой глубине моренным суглинком или другими

плотными породами, способствующими накоплению продуктивной влаги в верхней части почвенного покрова. Песчаные почвы, подстилаемые суглинками, на территории республики занимают около 2,8 % площади сельскохозяйственных земель.

Степень увлажнения является одним из важнейших факторов, определяющих качественное состояние сельскохозяйственных земель и, особенно, пахотных. В зависимости от степени увлажнения почвы подразделяются на автоморфные (почвы нормального увлажнения), полугидроморфные (минеральные заболоченные) и гидроморфные (болотные). В составе сельскохозяйственных земель республики автоморфные почвы занимают 34,6%, полугидроморфные – 51,3%, гидроморфные – 14,1 %. Полугидроморфные почвы, в свою очередь, подразделяются на слабоглееватые (временно избыточно увлажненные) (22,6%), глееватые (21,6%) и глеевые (7,1%). Удельный вес переувлажненных почв (полугидроморфных и гидроморфных) в составе сельскохозяйственных земель достигает 65,4 %. В разрезе областей этот показатель изменяется от 52,3 % в Гродненской области до 79,6 % в Брестской области. Большие площади полугидроморфных и гидроморфных почв характерны для Гомельской (71,1 %) и Витебской (70,6%) областей. В Брестской, Гомельской и Минской областях среди переувлажненных почв значительные площади (от 18,7 до 24,2 %) занимают гидроморфные (торфяноболотные) почвы. В остальных областях доля таких почв существенно ниже (от 6,2% в Витебской области до 8,4 % в Гродненской). Среди полугидроморфных почв в Витебской, Минской и Могилевской областях наибольшие площади занимают слабоглееватые, а в Брестской, Гомельской и Гродненской – глееватые разновидности.

Культуртехническое состояние почвенно-земельных ресурсов. Важным показателем производительной способности обрабатываемых почв является их культуртехническое состояние. В условиях Беларуси оно определяется размерами обрабатываемых участков и завалуненностью (каменистостью) почв. Мониторинговые наблюдения за этими параметрами проводились до 2010-х годов. Были получены данные, характеризующие эффективность использования земельных ресурсов в зависимости от контурности и завалуненности пахотных и других сельскохозяйственных угодий.

Так, в среднем по стране контурность пахотных земель составляет 21,4 га, сенокосных – 4,3 га, пастбищных – 3,9 га и в целом сельскохозяйственных земель – 7,0 га. Среди областей наибольшую контурность пахотных земель имеет Гомельская область (32,0 га), затем следуют Могилевская (25,8 га), Минская (22,7 га), Брестская (19,6 га) и Гродненская (18,0 га) области. На общем фоне по размерам контуров пахотных земель сильно контрастирует Витебская область (11,5 га), что обусловлено прежде всего геолого-геоморфологическими особенностями Поозерья. В некоторых районах области средний размер контура пахотных земель менее 5 га (Россонский – 3,6 га, Городокский – 4,7 га); а сельскохозяйственных земель мене – 3 га (Россонский – 2,3 га, Городокский – 2,6 га, Бешенковичский – 2,7 га, Глубокский – 2,7 га, Браславский – 2,8 га, Ушачский – 2,9 га).

Наукой и практикой установлено, что отрицательное влияние контурности пахотных земель сказывается при размере рабочего участка менее 25 га. Это связано с тем, что на небольших по площади участках снижается производительность техники, затрудняется качественная обработка почв, уборка урожая, что в конечном итоге отрицательно сказывается на производительной способности почв. Максимальное снижение урожайности на участках имеющих площадь 1-2 га достигает 26-28 %.

Результаты изучения почвенного покрова республики показывают также, что для значительной части Беларуси характерна завалуненность пашни и других сельскохозяйственных угодий, что связано с генезисом почвообразующих пород. Наиболее завалуненные земли расположены в северной и центральной частях страны, сложенных моренными и водно-ледниковыми отложениями. В меньшей степени камни встречаются в районах, где моренные суглинки перекрыты маломощными флювиогляциальными супесями и песками. В целом по республике среди пахотных земель сельхозпредприятий завалуненные земли занимают более 500 тыс. га, что составляет около 10 % от общей площади. Наибольшие площади завалуненных земель имеются в Минской (271 тыс. га или 24,6 % от площади пахотных земель) и Витебской (156 тыс. га) областях. В Гродненской области площадь завалуненных земель составляет 38 тыс. га (5,1 %), в Брестской – 31 тыс. га (4,3 %). Менее всего завалуненных земель в Могилевской (около 9 тыс. га или 1,0 %) и Гомельской (1,4 тыс. га или 0,2 % пахотных земель) областях.

В общей площади завалуненных земель 86,7 % (439 тыс. га) приходится на долю слабозавалуненных (5–20 м³ камней на гектар, учитывая камни на поверхности и в верхнем 30-сантиметровом слое почвы), 10,6 % (почти 54 тыс. га) занимают среднезавалуненные (21–50 м³/га), 2,4 % (12 тыс. га) – сильнозавалуненные (51–100 м³/га) и 0,4 % (менее 2 тыс. га) – очень сильно завалуненные почвы с каменистостью более 100 м³/га. Сильно и очень сильно завалуненных земель больше всего в Гродненской области, где также широко распространены моренные отложения.

Завалуненность пахотных земель снижает урожайность сельскохозяйственных культур как непосредственно, так и косвенно из-за ухудшения качества обработки почвы и уборки урожая. Снижение урожайности на слабозавалуненных землях составляет 3–11 %, в зависимости от культур, на среднезавалуненных – 15–23 % и на сильнозавалуненных – 20–34 %.

Наибольшие площади завалуненных пахотных земель (38-71%) сосредоточены в Докшицком районе Витебской области, Дятловском районе Гродненской области, Мядельском и Логойском районах Минской области.

Деградация почвенно-земельных ресурсов. Наиболее актуальной является проблема деградации почв и земель. Деградированные земли – земли, потерявшие свои исходные полезные свойства до состояния, исключающего возможность их эффективного использования по целевому назначению. Под деградацией земель понимается процесс снижения качества земель в результате вредного антропогенного или природного воздействия. В Конвенции по борьбе с опустыниванием Организации Объединенных Наций есть существенное

уточнение этого термина: под деградацией понимается снижение или потеря биологической и экономической продуктивности и сложной структуры пахотных земель, пастбищ, лесов в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, связанных в том числе с деятельностью человека, таких как ветровая, водная эрозия, ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв, долгосрочная потеря естественного растительного покрова и др.

Коллективом авторов Института почвоведения и агрохимии в 2016 г. предложена классификация типов и видов деградации земель, в соответствии с которой выделяются следующие основные типы деградации почв и земель: **физическая, профильная, химическая, биологическая, биосферно-экологическая** [21]. В каждом из перечисленных типов выделяются от четырех до семи видов деградации.

Физическая деградация почв включает в себя такие виды:

–деструктуризация, дезагрегация, т.е. разрушение агрономически ценной структуры при длительной и плохой обработке почвы;

–переуплотнение до глубины 0,5 м, приводящее к сокращению порового пространства и фильтрации воды;

–дегидролизация (иссушительная деградация) в результате нерационального изменения уровня грунтовых вод при мелиорации;

–агротехническая из-за нарушения правил и сроков проведения обработки почвы, приводящая к ухудшению строения пахотного слоя и выпахиванию подпахотного низко плодородного горизонта;

–аэрологическая, т.е. ухудшение газообмена между атмосферой и почвой, проникновения в нее кислорода и выделения CO₂ из-за переуплотнения;

–нарушение теплового режима почв в результате осветления верхнего горизонта почв при уменьшении содержания гумуса и органического вещества;

–нарушение водного режима почв (вторичное заболачивание, подтопление и др.).

В **профильной** деградации возможно выделение следующих видов:

–эрозионная плоскостная (слабо-, средне-, сильно- и очень сильноэрозионная) – гидромеханический смыв одного или нескольких горизонтов, а в некоторых случаях выход на поверхность подстилающей почвообразующей породы;

–эрозионная овражная, т.е. сильное развитие линейной эрозии, приводящее к образованию склоновых оврагов;

–делювиальная, т.е. погребение гумусового горизонта в результате эрозионных и других процессов;

–дефляционная – развевание (дефляция) почв под воздействием ветров большой скорости;

–хаотизация почвенного покрова в результате турбации и горизонтального перемещения под влиянием строительных работ, гидротехнических и т.п.

В **химическом** типе деградации почв различают такие виды:

–гумусовая, как результат преобладания разложения гумуса над его ресинтезом;

–снижение содержания основных элементов питания растений, т.е. преобладание потерь макроэлементов на питание растений без компенсационного его внесения;

–кальциевая деградация, подкисление – вынос отдельных форм кальция, рост гидрологической кислотности, снижение величины рН;

–микроэлементная недостаточность;

–микроэлементная избыточность и химическое загрязнение, засоление, обусловленное промышленно-транспортным загрязнением, в результате функционирования крупных животноводческих комплексов и т.п.;

–радионуклидное загрязнение, вызванное выбросами радионуклидов.

Биологический тип деградации почв включает в себя:

–дефолиацию – полное или частичное оголение почвы от растительности в результате проявления других типов и видов деградации;

–снижение активности мезофауны, т.е. угнетение и подавление мезофауны из-за некоторых видов химической и физической деградации, уменьшение численности и видового разнообразия;

–микробиологическую и биохимическую – подавление деятельности микроорганизмов, вызванное некоторыми видами химической и физической деградации, снижение видового разнообразия;

–фитотоксическую (почвоутомление), обусловленную заражением почвы фитогенными микроорганизмами и веществами.

В **биосферно-экологическом (общефункциональном)** типе деградации почв различают следующие виды:

–внутрипольная (пестрополье), обусловленная неравномерным внесением удобрений, в результате чего поле приобретает пестроту плодородия и урожайности;

–пространственная, т.е. усложнение структуры почвенного покрова под влиянием неравномерного развития многих видов деградации;

–общефункциональная, обусловленная влиянием нескольких видов деградации, в результате чего резко ослабевают или полностью теряются (исчезают) биосферно-экологические функции почвы;

–снижение или потеря производительной способности почв.

Отдельные виды деградации почв могут проявляться в нескольких или даже во всех типах. Так, эрозия как основной вид деградации проявляется как в профильном, так и в физическом, химическом, биологическом и общефункциональном типах. Основными критериями при установлении степени эрозионной деградации являются характеристика пахотного горизонта (профильная деградация), запасы и содержание гумуса (химическая деградация), плотность и пористость (физическая деградация).

Для оценки степени деградации почв и установления оценочных критериев при выделении деградированных земель необходимо иметь достаточный набор диагностических параметров. Существенное значение имеет также четкое

определение типов деградации почвы и оценка влияния почвенного покрова на экологическое состояние других компонентов и геосистемы в целом.

Набор показателей, отражающих состояние почв и последствия их деградации достаточно велик, а диагностическая значимость и величины показателей различны для разных типов почв. Деградация почв проявляется по следующим основным направлениям:

а) уменьшается мощность толщи, вовлеченной в активное современное почвообразование, снижается аккумуляция в почве органического вещества, ухудшается структура почвы, состав ее поглощающего комплекса, кислотно-щелочные свойства;

б) нарушаются, изменяются в негативную сторону влагообмен, газообмен и теплообмен в системе «приземный слой атмосферы-наземная биосфера-почва-подпочвенные слои»;

в) уменьшается продуцирование биомассы и поступление в атмосферу кислорода, ослабляется связывание атмосферного углерода, усиливается переход углерода из почв в атмосферу со всеми негативными последствиями этого процесса;

г) ухудшается среда обитания для многочисленных обитателей почвы (микроорганизмов, мезофауны и т. д.), а в конечном счете – и для всей совокупности живых организмов, включая человека.

В результате деградации хозяйственные функции почвы изменяются также в негативную сторону:

- снижается продуктивность почвы от 5–10 % при слабых степенях деградации до 25–60 % и более при наиболее серьезных ее проявлениях;
- в еще большей пропорции возрастают объективные затраты на производство единицы сельскохозяйственной продукции;
- ухудшаются лесорастительные свойства почв, снижается объем производимой древесной массы и ее качество;
- отдельные виды деградации, например, заболачивание и засоление почв, могут ухудшить и свойства почв как объекта строительных работ.

В соответствии с нормативными правовыми документами в Беларуси выделено 10 видов (форм) деградации земель (почв) [7]. Классификация видов деградации земель основана на изменениях элементарных почвенных процессов, негативных изменениях биосферно-экологических функций почв и на возможности дальнейшего использования земель в соответствии с целевым назначением.

Основными и актуальными видами деградации почв, по которым установлены критерии оценки степени деградации являются:

- загрязнение почв химическими и иными веществами, при котором концентрация загрязняющего вещества в почвах превышает норматив ПДК или в два и более раз превышает показатель фоновой концентрации загрязняющего вещества, для которого показатель ПДК не установлен;

- радионуклидное загрязнение почв;

- водная эрозия почв – гидромеханический смыв одного или нескольких горизонтов, а в некоторых случаях – выход на поверхность подстилающей почвообразующей породы; сильное развитие линейной эрозии, приводящее к образованию оврагов;

- ветровая эрозия (дефляция) почв – захват и перенос частиц верхних горизонтов почв ветровыми потоками, приводящие к разрушению почвенного покрова;

- минерализация осушенных торфяно-болотных почв – уменьшение торфяного слоя органогенных почв в результате сработки, физического уплотнения и минерализации органического вещества торфа;

- переуплотнение почв – увеличение равновесной плотности пахотного горизонта, приводящее к сокращению порового пространства и фильтрации воды;

- выгорание осушенных торфяников (пирогенная деградация земель);

- подтопление (заболачивание) сельскохозяйственных земель – нарушение водного режима почв сельскохозяйственных земель вследствие невыполнения требований по эксплуатации мелиоративных систем;

- зарастание пахотных и луговых земель древесно-кустарниковой растительностью вследствие прекращения их обработки;

- нарушение земель при разработке месторождений (добыче) полезных ископаемых и их переработке в отсутствие правоудостоверяющих документов на земельный участок, за пределами предоставленного земельного участка; нарушение земель при проведении самовольного строительства и др.

Определение, картографирование, оценку и учет процессов деградации земель (почв), разработку мероприятий по предотвращению деградации и восстановлению деградированных земель осуществляют с учетом целевого назначения, характера использования и исходного состояния земель. Виды и степень деградации земель определяют в пределах одной категории и вида земель на основании критериев оценки и показателей (табл. 2). Выделяют 4 уровня деградации земель: 1 – низкий, 2 – средний, 3 – высокий, 4 – очень высокий. Земли (почвы), на которых наблюдаются процессы деградации низкого, среднего и высокого уровней, относятся к деградирующим землям. Если степень деградации земель очень высокая, то они относятся к деградированным землям.

Таблица 2 - Виды деградации земель (почв), критерии и показатели степени деградации [7].

Виды (формы) деградации земель (почв)	Критерии оценки степени деградации земель (почв)	Показатели степени деградации земель (почв)			
		1	2	3	4
		(низкая)	(средняя)	(высокая)	(очень высокая)

1. Загрязнение земель (включая почвы) химическими и иными веществами	Превышение норматива ПДК, кратность раз	> 1-5	> 5-20	> 20-50	> 50
	Превышение показателя фоновой концентрации (при отсутствии ПДК), кратность раз	> 2-10	> 10-40	> 40-100	> 100
2. Радионуклидное загрязнение	-цезием-137, Ки/км ²	1,0	4	9	>
	-стронцием-90, Ки/км ²	4,9	,9-9,9	,9-15	15
		0,1	0	0	>
3. Водная эрозия почв	Уменьшение мощности гумусированного слоя минеральных почв, %	1 0-25	2 5-50	5 0-75	> 75
	Появление или увеличение глубины промоин, рытвин, провалов относительно поверхности земли, см	2 1-40	4 0-100	1 00-200	> 200
	Появление или увеличение мощности абiotического (неплодородного) наноса, см	3 -10	1 0-20	2 0-40	> 40
	Содержание гумуса, %	1 ,8-1,3	1 ,29-1,0	0 ,99-0,7	0 ,69-0,4
	Запасы гумуса, т/га	4 9-35	3 5-20	2 0-10	< 10
	4. Ветровая эрозия (дефляция) почв	Уменьшение мощности гумусированного слоя минеральных почв, %	1 0-25	2 5-50	5 0-75
Появление или увеличение мощности абiotического (неплодородного) наноса, см		3 -10	1 0-20	2 0-40	> 40
5. Минерализация (разрушение) осушенных	Уменьшение мощности торфяного слоя, см в год	2 -4	4 -6	6 -8	> 8
	Уменьшение	1	3	5	>

торфяно-болотных почв	мощности торфяного слоя, %	0-30	0-50	0-80	80
	Содержание органического вещества в слое 0-20 см, %	< 50-30	3 0-10	1 0-5	< 5
6. Переуплотнение почв	Увеличение равновесной плотности пахотного горизонта, % от исходного	1 1-20	2 0-30	3 0-40	> 40
7. Выгорание осушенных торфяников (пирогенная деградация земель)	Уничтожение, нарушение органогенных горизонтов у осушенных торфяников вследствие их выгорания	Очень высокая степень деградации			
8. Подтопление и заболачивание с/х земель	Повышение среднемноголетнего уровня залегания грунтовых вод, расстояние до поверхности земли, м	0 ,65-0,5	0 ,5-0,35	0 ,35-0,2	< 0,2
	Удельный вес площади контура с/х земель с погибшей растительностью и (или) с появившейся влаголюбивой растительностью в площади земельного контура или земельного участка, %	5 -15	1 5-40	4 0-70	> 70
9. Заращение пахотных и луговых земель древесно-кустарниковой растительностью	Наличие древесно-кустарниковой растительности	Очень высокая степень деградации			
10. Нарушение земель при разработке месторождений полезных ископаемых и их переработке,	Снятие, уничтожение, нарушение плодородного слоя почвы	Очень высокая степень деградации			

проведении строительных и иных работ		
--	--	--

Под степенью деградации почв и земель понимается характеристика их состояния, количественно отражающая ухудшение состава и свойств. Крайней степенью деградации является уничтожение почвенного покрова. Под крайней степенью деградации (уничтожением) почв понимаются результаты изменения комплекса их свойств и естественных режимов, в совокупности приводящие к полной утрате функций почвы как элемента географической системы и объекта сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования, а в ряде случаев также к ухудшению качества земель как пространственного базиса размещения производительных сил и социальных объектов.

Критерием установления оценочных показателей при деградации почв является количественное сравнение природно-хозяйственной значимости деградирующих почв и их не деградированных аналогов. Оценку природно-хозяйственной значимости земель предложено проводить по уровню участия почвенного покрова в обеспечении существования и функционирования экосистем (экологический критерий) и по возможности эффективного использования земель в системе землепользования (хозяйственный критерий) (табл. 3).

Таблица 3

Состояние почвенного покрова в экосистемах и возможности хозяйственного использования земель в соответствии с их природно-хозяйственной значимостью
(по В. Н. Шептухову, Т. В. Решетиной и др., 1997) [23].

Уровень потери природно-хозяйственной значимости земель	Состояние почвенного покрова и возможности хозяйственного использования земель
Нулевой	Отсутствие признаков неблагоприятных экологических последствий и ограничений эффективного хозяйственного использования
Слабый	Первичные признаки угнетения отдельных звеньев биоценозов, снижение продуктивности агроценозов. Использование земель для целей продовольственного производства без ограничений
Средний	Природные биоценозы сильно угнетены или отсутствуют. Использование земель для производства продовольственной продукции малоэффективно из-за

	пониженного плодородия почв и часто неполноценного качества продукции
Высокий	Ограниченность существования искусственных насаждений. Нецелесообразность использования земель для производства продовольственной продукции из-за низкого плодородия почв и неудовлетворительного качества продукции
Катастрофический	Биопродуктивность земель крайне низкая. Ограниченность использования территории для существования человека и размещения производств жизнеобеспечения

Характеристика пахотных почв Беларуси по эрозионной деградации и соответствующему ей уровню потерь природно-хозяйственной значимости приведена в таблице 4.

Таблица 4. Характеристика пахотных почв по степени эрозионной деградации [15].

Степень эродированности почв (уровень потерь природно-хозяйственной значимости почв)	Крутизна склона	Смыв почвы, т/га	Характеристика пахотного горизонта почв (Ап)			
			Запасы гумуса		Плотность, кг/м ³	Пористость, %
			т/га	%		
Неэродированные и очень слабо эродированные (нулевой)	До 1°	<2,0	>50	>1,6	1,15±0,14	56
Слабоэродированные (слабый)	1-3°	2,1-5,0	35-45	1,3±0,04	1,32±0,09	50
Среднеэродированные (средний)	3-5°	5,1-10,0	20-30	1,0±0,03	1,43±0,08	44
Сильноэродированные (высокий)	5-7°	10,1-20,0	10-15	0,7±0,02	1,51±0,11	40
Очень сильно эродированные (катастрофический)	>7°	>20,0	<10	0,5±0,02	1,57±0,09	30

Для оценки степени деградации почв и земель используются показатели состояния почв, характерные для отдельных видов деградации и дифференцированные по уровням потери природно-хозяйственной значимости

земель (показатель степень деградации) (табл. 5). Деградация почв и земель по каждому показателю характеризуется пятью степенями: 0 – недеградированные (ненарушенные); 1 – слабдеградированные; 2 – среднедеградированные; 3 – сильнодеградированные; 4 – очень сильнодеградированные (разрушенные). Эти показатели разработаны для условий России и положены в основу выделения аналогичных показателей для Беларуси (табл. 6).

Таблица 5 - Оценочные показатели степени деградации почв и земель (по В. Н. Шептухову, Т. В. Решетиной и др., 1997) [23].

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Мощность абiotического (неплодородного) наноса, см	<2	2-10	11-20	21-40	>40
Глубина провалов, см, относительно поверхности (без разрыва сплошности)	<20	20-40	41-100	101-200	>200
Уменьшение содержания физической глины, % от исходного*	<5	6-15	16-25	26-32	>32
Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, % от исходного*	<10	11-20	21-30	31-40	>40
Текстурная пористость (внутриагрегатная), см ³ /г	>0,3	0,26-0,3	0,2-0,25	0,17-0,19	<0,17
Коэффициент фильтрации, м/сут	>1,0	0,3-1,0	0,1-0,3	0,01-0,1	<0,01
Каменистость, % покрытия	<5	6-15	16-35	36-70	>70
Уменьшение мощности почвенного профиля (A+B), % от исходного*	<3	3-25	26-50	51-75	>75
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (A+B), % от исходного*	<10	11-20	21-40	41-80	>80
Площадь обнаженной почвообразующей (C) или подстилающей (D) породы, 5 от общей площади	0-2	3-5	6-10	11-25	>25
Глубина размывов и водороев, относительно поверхности, см	<20	21-40	41-100	101-200	>200
Расчлененность территории оврагами, км/км ²	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-2,5	>2,5
Дефляционный нанос неплодородного слоя, см	<2	3-10	11-20	21-40	>40
Содержание суммы токсичных солей в гумусовом (пахотном) слое, %	<0,1	0,11-0,25	0,26-0,5	0,51-0,8	>0,8

Поднятие пресных почвенно-грунтовых вод до глубины, м	>1,0	0,81-1,0	0,61-0,8 0	0,31-0,60	<0,3
Поднятие уровня минерализованных (>3г/л) почвенно-грунтовых вод до глубины, м	>7	5,1-7,0	3,1-5,0	2,0-3,0	<2
Продолжительность затопления (поверхностного переувлажнения), мес	<3	4-6	7-12	13-18	>18
Сработка торфа, мм/год	<1	1-2,5	2,6-10	11-40	>40
Потери почвенной массы, т/га в год	<2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-20,0	>20,0
Увеличение площади средне- и сильноэродированных почв, % в год	<0,5	0,6-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0

*Под исходным понимается состояние недеградированных аналогов (нулевая степень деградации)

Результаты почвенных обследований и специальных работ по выявлению деградированных почв и земель должны содержать необходимые данные для обоснованного выделения степеней деградации и установления режима их хозяйственного использования. Получать количественные показатели степени деградации почв можно в результате мониторинговых наблюдений. Такие показатели по физическому, биологическому и другим типам деградации пахотных почв Беларуси приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Оценочные показатели деградации пахотных почв Беларуси по физическим и другим характеристикам [15].

Критерии	Степень деградации				
	0*	1	2	3	4
<i>Эрозионная деградация почв</i>					
Увеличение равновесной плотности пахотного слоя почвы, % от исходного**	<10	11–20	21–30	31–40	>40
Потери почвенного мелкозема, т/га в год	<2,0	2,1–5,0	5,1–10,0	10,1–20,0	> 20
Запасы гумуса в эрозионно-опасных почвах, т/га	>55	35–49	20–34	10–19	<10
Содержание гумуса в эрозионно-опасных почвах, %	>1,80	1,30–1,80	1,29–1,00	0,99–0,70	0,69–0,40
Увеличение плотности в зависимости от степени проявления эрозии	1,15±0,14	1,32±0,09	1,43±0,08	1,51±0,11	1,57±0,09
Общая пористость, %	56	50	44	40	30
Уровень депрессии инвертазной активности, %	0	0–10	10,1–32	32,1–50	>50
Уровень депрессии уреазной активности, %	0	0–7	7,1–29	29,1–50	> 50
Внутренняя энергия гумуса в Ап слое 1 м ² , 10 ⁵ ккал	0,27	0,24	0,23	0,13	0,08
Внутренняя энергия прочно-связанной воды в Ап слое 1 м ² , 10 ⁵ ккал	1,3	1,3	1,5	2,1	2,6
Внутренняя энергия кристаллической решетки минералов фр. <0,001 мм в Ап слое 1 м ² , 10 ⁵ ккал	9,6	10,4	16,0	22,9	27,3

Критерии	Степень деградации				
	0*	1	2	3	4
Полная внутренняя энергия в Ап слое 1 м ² , 10 ⁵ ккал	134	148	159	225	264
Снижение производительной способности почв от эрозии, % по сравнению с незродированной	<5	5–15	15–30	30–50	>50
<i>Деградация торфяных почв</i>					
Уменьшение мощности органогенного слоя, см/год	<0,3	0,3–0,8	0,8–2,5	2,5–4,0	>4,0
Уменьшение мощности органогенного слоя, % от исходного	<10	10–30	30–50	50–80	>80
Содержание ОБ в слое 0–20 см, %	>50,0	50,0–30,1	30,0–10,1	10,0–5,0	<5
Зольность в слое 0–20 см, %	<50	50,0–69,9	70,0–89,9	90,0–95	>95
Уровень грунтовых вод, м	0,5–0,8	0,8–1,1	1,1–1,5	1,5–2,0	>2,0
Плотность (0–20 см слоя), г/см ³	<0,5	0,5–0,7	0,7–0,9	0,9–1,3	>1,3
Снижение продуктивности сельскохозяйственных культур, %	0–5	5–25	25–50	50–80	>80
Потери органического вещества торфа, т/га	<10,0	10–35	35–75	75–90	>90
Выброс CO ₂ в атмосферу т/га в год	<5,0	5–15	15–35	35–45	>45

Установление степени деградации почв и земель возможно по любому из предложенных показателей. При наличии двух и более существенных изменений показателей оценка степени деградации почв и земель проводится по показателю, устанавливающему максимальную степень. При выделении высокого и катастрофического уровней потери природно-хозяйственной значимости земель дополнительно оценивается весь комплекс условий природной среды в целом.

В зависимости от степени деградации почв и земель вводится специальный режим их использования, производится изменение целевого назначения или проводится их консервация. Рекомендации по восстановлению и использованию деградированных почв и земель (или их консервации) должны иметь аргументированное обоснование. При этом могут рассматриваться несколько альтернативных вариантов.

Консервации подлежат земли третьей и четвертой степеней деградации с сильноэродированными, сильнозаболоченными (в результате подтопления или несоблюдения экологических требований) почвами; земли, подверженные радиоактивному загрязнению, имеющие просадки поверхности вследствие добычи полезных ископаемых с нарушенным почвенно-растительным покровом, когда использование по целевому назначению земель с указанными признаками деградации приводит к дальнейшему развитию негативных процессов, ухудшению состояния почв и экологической обстановки.

Деградация почв наносит огромный экономический ущерб, нарушает сложившееся экологическое равновесие и связи, ухудшает социальные условия жизни людей. Деградированные почвы являются экологически опасным природным объектом, так как перестают выполнять природно-хозяйственные функции и могут инициировать процессы общей деградации земной поверхности и природно-климатических условий. Развитие процессов деградации приводит к уничтожению почвы как компонента геосистемы; этим самым нарушаются функционально-динамические параметры последней. Поэтому объективная диагностика почв, определение степени деградации и выяснение распространения деградированных земель имеет важное научное и практическое значение.

Среди видов и форм деградации земель наиболее распространена эрозия. Эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и частичным переотложением почвенного материала. Различают водную (плоскостную и линейную) и ветровую эрозию. Водная эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока. Плоскостная эрозия проявляется в виде смывости поверхностных горизонтов почв. Линейная (овражная) эрозия представляет собой размыв почв и подстилающих пород, проявляющихся в виде формирования различного рода промоин и оврагов. Под ветровой эрозией понимается захват и перенос частиц поверхностных горизонтов почв ветровыми потоками, приводящий к нарушению почвенного покрова. Ветровая эрозия особенно сильно проявляется на мелиорированных органомогенных почвах.

Значительная часть почвенно-земельных ресурсов Беларуси находится в неудовлетворительном состоянии и продолжает ухудшаться. В настоящее время оценка экологических последствий антропогенных изменений почв республики приводятся ежегодно в Национальном докладе о состоянии окружающей природной среды Республики Беларусь, обзорах НСМОС, Экологическом бюллетене и ряде других документов. Вместе с тем, вопрос количественной

оценки площадей деградированных и деградирующих земель открыт. Опубликованные данные не всегда согласуются между собой.

Около 30 % почв сельскохозяйственных угодий требуют охраны, улучшения их состояния и повышения биологической продуктивности. По некоторым оценкам, деградированные и деградирующие почвы занимают площадь более 4 млн. га. При этом 2,6 млн. га приходится на пахотные земли. Около 560 тыс. га сельскохозяйственных земель (или 6,8 % от их площади) подвержены процессам водной и (или) ветровой эрозии. Из них на долю подверженных водной эрозии приходится 473,3 тыс. га (85 %), ветровой (дефляции) – 83,2 тыс. га (15%).

Среди сельскохозяйственных земель эродированные почвы приурочены преимущественно к пахотным – почти 480 тыс. га (9,4 % от общей площади пахотных земель). В том числе 361,7 тыс. га подвержены водной эрозии, 64,9 тыс. га – дефляции; почвы с намытым верхом – 52,4 тыс. га, с навейным верхом – 500 га. Дефляционно-опасными являются почвы на площади около 30 процентов пахотных земель.

Учитывая высокую подверженность осушенных торфяно-болотных почв процессам деградации, особое беспокойство вызывает мелиорация водно-болотных экосистем. В настоящее время в стране осушено около 1,5 млн. га торфяников, в том числе в сельскохозяйственных целях — 1,1 млн. га. Интенсивное земледелие на этих почвах приводит к стремительному истончению залежей торфа. В результате на 65% их площади мощность торфяного слоя составляет менее 1 м, а около 190 тыс. га земель и вовсе его лишились. По состоянию на 2000 г. 258,8 тыс. га осушенных земель с торфяными почвами (или 7,6 процента от общей площади мелиорированных земель) утратили свои генетические признаки и перешли в категорию антропогенно-преобразованных. Из них 190,2 тыс. га (или 5,6 процента осушенных земель) переведены в категорию деградированных торфяных почв. И хотя предпринимаются шаги, например, по повторному заболачиванию торфяников (на площади в 60 тыс. га), эта проблема по-прежнему остается острой. По данным 2020 г. площадь деградированных земель с торфяными почвами увеличилась и составляет 314 тыс. га (1,5 % от земельного фонда страны).

В зависимости от степени проявления эрозионных процессов почвы подразделяются на слабо-эродированные (56 %), среднеэродированные (25 %) и сильноэродированные (4 %); 14 % - намытые почвы. Слабодефлированные составляют 84 %, среднедефлированные – 15 % и сильнодефлированные – 1 %.

Кроме того, около 1,4 млн. га являются эрозионно-опасными в отношении водной эрозии, и около 3,4 млн. га являются дефляционно-опасными землями, которые при неправильном использовании могут быть подвержены эрозии. Среди дефляционноопасных почв наибольшую площадь занимают минеральные.

Среди областей республики наибольшие площади эродированных земель (включая почвы с намытым верхом) выявлены в Минской – 131 тыс. га (против 108 тыс. га в 2002 г.), Витебской – 121 тыс. га (101 тыс. га в 2002 г.), Гродненской

– 107 тыс. га (99 тыс. га в 2002 г.) и Могилевской – 113 тыс. га (97 тыс. га в 2002 г.) областях.

Доля эродированных почв от общей площади пахотных земель области составляет в Гродненской области 13,4 %, в Могилевской – 11,2 %, в Витебской – 10,7 %, в Минской – 9,9 %, в Брестской – 6,0 %, в Гомельской – 4,0 %. При этом водная эрозия преобладает в северной и центральной частях республики: Витебская область – 9,9 % от общей площади пахотных земель области, Могилевская – 8,9 %, Минская – 8,6 %, Гродненская – 8,1 %. Ветровая эрозия наиболее широко распространена на юге и юго-западе страны, где преобладают легкие по гранулометрическому составу и осушенные торфяно-болотные почвы (Гомельская – 2,6 %, Брестская – 1,4 %). Значительные площади почв, подверженных ветровой эрозии, имеются также в Гродненской области.

В целом по стране 29 районов находятся в группе с неблагоприятным экологическим состоянием земель, 62 района относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции [13]. Из них среди районов с наибольшим удельным весом эродированных почв в составе пахотных земель Мстиславский – 47 % (против 61 % в 2002 г.), Горецкий – 26 %, Кореличском – 25 %, Новогрудском – 22 %, Воложинский – 22 %. Значительные площади эродированных земель имеются и в районах распространения холмисто-моренного ландшафта: Браславский – 17 %, Городокский – 15 %, Лепельский – 19 %. В целом по стране в 25 районах площадь эродированных почв занимает более 10 % пахотных земель.

Эрозия почв представляет большую опасность для сельского хозяйства, где земли являются главным средством производства. В результате эрозии смывается или выдувается в среднем 10-15 т/га в год мелкозема почвы, теряется 150-180 кг/га гумуса, большое количество других питательных веществ, в результате чего снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Снижение содержания и запасов гумуса в почвах пахотных земель является одним из критериев оценки степени проявления водной эрозии. В 1996 году содержание гумуса оценивалось в 2,28 %, в 2010 году – 2,23 %, в 2016 году – 2,25%. В 80-ти административных районах Беларуси отмечалось снижение содержания гумуса за последние 20 лет. Наиболее сильно (от 0,01 до 0,39 %) содержание гумуса снизилось в почвах 21-го административного района Полесья, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr . В целом потери гумуса для почв республики оцениваются в 2–14 т/га или от 5 до 20 % от общего запаса. Рост темпов потерь гумуса объясняется многими причинами, важнейшими среди которых являются развитие эрозионных процессов, углубление пахотного слоя, негативное воздействие химизации и мелиорации, изменение структуры посевных площадей. Для сравнения: изменение форм хозяйствования в аграрном секторе Украины, появление частной собственности на землю и самоустранение государства от проведения контроля за состоянием плодородия почв негативно сказались на гумусном состоянии почвенного покрова. В Беларуси наиболее значимым современным фактором, вызывающим дегумификацию почв, является увеличение в структуре посевных площадей доли почвоистощающих культур, уменьшение площадей под многолетними бобовыми травами. За

период 1996–2012 гг. содержание гумуса в почвах страны снизилось на 0,05 % или на 1,7 т/га (потеря составила 2 % от прежнего запаса).

В течение последних десятилетий экологические и экономические потери сельскохозяйственного производства от антропогенного усиления почвенной эрозии приобрели угрожающие масштабы. Причиной этого является долговременная, экологически необоснованная интенсивная эксплуатация земельных ресурсов, чрезмерное распаивание почвенного покрова, нарушение равновесия круговоротов химических элементов в агроэкосистемах.

В Стратегии по реализации Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке [13] отражены актуальные нерешенные проблемы, одну из которых – недостаточный уровень правового регулирования в части определения актуальных для страны видов и форм деградации земель (почв), а также критериев их отнесения к таковым - можно считать частично решенной. Кроме этого выделены следующие проблемы:

- недостаточность имеющихся сведений о землях, подверженных деградации, что препятствует объективной оценке их состояния, изучению динамики процесса деградации и принятию своевременных мер по нейтрализации (минимизации) негативного воздействия этого процесса;
- несоблюдение сбалансированных севооборотов и оптимальных агротехнологий, что способствует развитию эрозионных процессов;
- неудовлетворительное состояние отдельных мелиоративных систем, прежде всего на землях лесного фонда, влекущее нарушение состояния естественных экологических систем и деградацию земель;
- нерациональное использование части площадей мелиорированных земель, вследствие которого на таких площадях происходит уменьшение содержания гумуса в почве, а также органического вещества торфа;
- отсутствие комплекса мер по адаптации сельского и лесного хозяйства к изменению климата.

Приоритетами Республики Беларусь в области предотвращения деградации земель (включая почвы) являются:

- достижение нейтральной (нулевого прироста) деградации земель (включая почвы);
- восстановление деградировавших и трансформированных экологических систем;
- соблюдение агротехнологий, обеспечивающих сохранение и увеличение естественного плодородия почв, разработка и внедрение инновационных агротехнологий;
- минимизация минерализации органического вещества торфяных почв;
- развитие органического земледелия, отвечающего принципам формирования «зеленой» экономики;
- повышение научного потенциала в области охраны и рационального использования земель (включая почвы).

Наблюдения за состоянием и эволюцией эрозионно- и дефляционно-опасных почв, а также почв, находящихся в стадии деградации, особенно - на

осушенных сельскохозяйственных землях имеет большое экологическое и практическое значение. Проблема деградации почв и земель стоит достаточно остро. Восстановить утраченное в результате эрозии и осушительной мелиорации плодородие очень сложно, так как для этого требуются огромные материальные ресурсы. Поэтому в современных условиях актуальной задачей является мониторинг почвенного покрова земель, подверженных водной, ветровой эрозии, а также осушенных сельскохозяйственных земель.

Техногенное загрязнение почв приводит к необратимым процессам химической деградации земель, оказывает негативное воздействие на качественные показатели сельскохозяйственной продукции и потенциально опасно для здоровья человека.

Источниками техногенного загрязнения земель Беларуси являются радионуклиды, выпавшие в результате аварии на ЧАЭС, выбросы промышленных, прежде всего химических предприятий, транспорт, осадки сточных вод, применяемые в качестве удобрений, твердые промышленные и коммунальные отходы, минеральные удобрения и средства защиты растений, крупные животноводческие комплексы. В связи с этим основными объектами мониторинга техногенного загрязнения земель являются почвы:

- в городах и пригородах;
- в районе промышленных предприятий;
- в зоне влияния полигонов коммунальных и промышленных отходов;
- вдоль автомобильных дорог;
- на сельскохозяйственных угодьях.

Основными загрязнителями почв являются тяжелые металлы (ТМ), пестициды, нефтепродукты, водорастворимые соединения (нитраты, сульфаты, хлориды), отходы и др. ТМ занимают второе место по степени опасности, уступая пестицидам и значительно опережая такие широко известные загрязнители, как двуокись углерода и серы. Существует мнение, что в перспективе они могут стать более опасными, чем отходы атомных электростанций и твердые отходы.

Термин «тяжелые металлы» характеризует широкую группу элементов. В научном мире пока не сформировалась однозначная трактовка этого понятия. Количество элементов, относимых к группе ТМ, изменяется в широких пределах. В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга, к тяжелым металлам наиболее часто относят элементы с атомной массой свыше 40 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. (их более 40). Как правило, учитывается их высокая токсичность для живого вещества, способность к биоаккумуляции и биомагнификации и высокая технофильность. Что касается токсичности, то бесспорно токсичными являются Cd, Hg, Pb, As. Такие же ТМ как Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo загрязнителями являются только в высоких концентрациях. Вместе с тем, в микроколичествах многие из них входят в состав удобрений и необходимы для нормального роста и развития организмов. И в этом «статусе» они получили название «микроэлементы». Лишь при содержании подвижных

форм меди более 5 мг/кг почвы, цинка - более 10 мг/кг почвы эти элементы токсичны для растений и являются загрязнителями почв.

Технофильность (по Перельману, 1975) – это отношение ежегодной добычи или производства элемента в тоннах к его кларку в литосфере в процентах. Высокая технофильность характерна для редких и рассеянных элементов, наиболее активно используемых человеком, особенно для таких металлов, как Bi, Hg, Sb, Pb, Cu, Se, Ag, As, Mo, Sn, Cr, Zn, потребность в которых велика для различных видов производств. При низких кларках этих элементов ($10^{-2} - 10^{-6}$ %) добыча их значительна. Это ведет к извлечению из недр земли колоссальных количеств руд, содержащих эти элементы, и к последующему глобальному рассеиванию их в окружающей среде, в результате чего они становятся техногенными загрязнителями. Мировое производство ТМ характеризуется следующими величинами (в тыс. т. в год): железо – $n \cdot 1000000$; марганец, медь, цинк, свинец – $n \cdot 1000$; никель, олово - $n \cdot 100$; кобальт, титан – $n \cdot 10$; ванадий, кадмий, ртуть - $< n$, (где n лежит в пределах от 1 до 9) (Добровольский В.В., 1980).

Самыми мощными поставщиками отходов, обогащенных металлами, являются предприятия по выплавке и переработке цветных металлов (алюминиевые, медно-цинковые, свинцово-плавильные, никелевые, радиотехнические, электротехнические, приборостроительные, гальванические и др.). В пыли металлургических производств, заводов по переработке руд концентрация Pb, Zn, Bi, Sn может быть повышена по сравнению с литосферой на несколько порядков (до 10–12), концентрация Cd, V, Sb – в десятки тысяч раз, Cd, Mo, Pb, Sn, Zn, Bi, Ag – в сотни раз. Отходы предприятий цветной металлургии, заводов лакокрасочной промышленности и железобетонных конструкций обогащены ртутью. В пыли машиностроительных заводов повышена концентрация W, Cd, Pb (табл. 2.7, 2.8). Под влиянием обогащенных металлами выбросов формируются ареалы загрязнения ландшафта преимущественно на региональном и локальном уровнях.

Влияние предприятий энергетики на загрязнение окружающей среды обусловлено не столько концентрацией металлов в отходах, а огромным количеством последних. Масса промышленных отходов, например, в промышленных центрах, превышает их суммарное количество, поступающее от всех других источников загрязнения.

С выхлопными газами автомобилей в окружающую среду выбрасывается значительное количество Pb, которое превышает его поступление с отходами металлургических предприятий. Пахотные почвы загрязняются такими элементами как Hg, As, Pb, Cu, Sn, Bi, которые попадают в почву в составе ядохимикатов, биоцидов, стимуляторов роста растений, структурообразователей. Нетрадиционные удобрения, изготавливаемые из различных отходов, часто содержат большой набор загрязняющих веществ с высокими концентрациями. Из традиционных минеральных удобрений фосфорные удобрения содержат примеси Mn, Zn, Ni, Cr, Pb, Cu, Cd.

Для оценки степени загрязнения почв ТМ установлено понятие «предельно допустимая концентрация» (ПДК) экзогенного химического вещества в почве. Под ним понимается максимальное количество вещества, которое не вызывает

прямого или опосредованного отрицательного влияния на здоровье настоящего и последующих поколений человека и экосистему. Используемые при обосновании ПДК критерии отражают возможные пути воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения. Обоснование ПДК химического вещества в почве базируется на установлении его подпороговых концентраций в почве по 5 основным экспериментальным или расчетным показателям вредности. Это фитотоксический, транслокационный (фитоаккумулятивный), общесанитарный, миграционно-водный, миграционно-воздушный показатели, из которых наименьшая величина является лимитирующей и принимается как ПДК в почве. Подпороговые концентрации ксенобиотиков – это такие, при которых их переход из почвы в растения не превышает максимально-допустимый уровень для продуктов питания, миграция в подземные воды не выше ПДК для питьевой воды, эмиссия в атмосферу не больше норматива для атмосферного воздуха, отсутствует фитотоксичность и влияние на процессы самоочищения почвы и почвенные микроорганизмы. Нормативы ПДК разрабатываются на основе комплексных экспериментальных исследований опасности опосредованного воздействия загрязнителя на здоровье человека, а также с учетом его токсичности, эпидемиологических исследований и международного опыта нормирования. Предельно допустимые концентрации некоторых ТМ, органических веществ в почвах различных видов и категорий земель, показатели вредности элементов устанавливаются в нормативных правовых документах [17, 29-31]. ПДК ТМ различаются в зависимости от формы нахождения элемента, от гранулометрического состава почв и др.

Кроме ПДК используется также ОДК - ориентировочно допустимая концентрация, под которой понимается государственный временный гигиенический регламент максимального допустимого содержания экзогенного химического вещества в почве, определяемый расчетным путем. ОДК должны пересматриваться через 3 года после их утверждения или заменяться ПДК.

Поскольку техногенные геохимические аномалии как правило не бывают моноэлементными, для оценки степени химического загрязнения почв используется суммарный показатель загрязнения Z_c , который представляет собой сумму коэффициентов концентрации загрязняющих веществ I, II и III классов опасности по отношению к фоновым значениям. Он рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \frac{\sum_{i=1}^n K_c}{n - 1},$$

где K_c — коэффициент концентрации i -го химического элемента (соединения), n — число, равное количеству элементов (соединений), входящих в геохимическую ассоциацию.

Коэффициент концентрации (K_c) рассчитывается по формуле:

$$K_c = C_i / C_{\text{фон}},$$

где C_i — фактическое содержание элемента (соединения); Сфон. — геохимический фон.

Выделены 4 категории загрязнения по величине Z_c : допустимая ($Z_c < 16$); умеренно опасная ($Z_c = 16-32$); опасная ($Z_c = 32-128$); чрезвычайно опасная ($Z_c > 128$).

Не все химические загрязнители одинаково опасны. Для определения степени опасности введено понятие «Класс опасности», под которым понимается условная величина вредного воздействия элемента (вещества), установленная в соответствии с нормативными отраслевыми документами. Градация химических веществ по степени возможного отрицательного воздействия на человека определяется опосредованно: через почву, растения, животных. Выполняется классификация экзогенных химических веществ по отношению к почве по возможности вызывать заболевания или отклонения в здоровье населения, а также отрицательное воздействие на санитарное состояние почвы, растения или животных. Класс опасности химических веществ устанавливаются не менее чем по трем показателям, среди которых токсичность, LD_{50} (средняя смертельная доза препарата в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных); персистентность в почве, мес; ПДК в почве, мг/кг; миграционная активность в почве; персистентность в растениях, мес; влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции.

Химические вещества антропогенного происхождения по степени опасности для контроля загрязнения и прогноза состояния почв согласно ГОСТ 17.4.1.02-83 делятся на классы опасности: I класс (высокоопасные): As, Cd, Hg, Se, Pb, F, бенз(а)пирен, Zn; II класс (умеренно опасные): B, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr; III класс (малоопасные): Ba, V, W, Mn, Sr, ацетофенон.

В соответствии с принятым в Беларуси техническим нормативным правовым актом «Экологические нормы и правила ЭкоНП 17.03.01-001-2021 «Охрана окружающей среды и природопользование. Земли (в том числе почвы). Нормативы качества окружающей среды. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах и требования к их применению» [14] установлены дифференцированные нормативы для химических элементов и веществ, которые объединены в 4 группы:

группа 1 – свинец (Pb), цинк (Zn), кадмий (Cd), хром (Cr), никель (Ni), медь (Cu), марганец (Mn), нитраты, сульфаты, нефтепродукты, бензо(а)пирен, ДДТ (общее содержание);

группа 2 – мышьяк (As), ртуть (Hg), кобальт (Co), молибден (Mo), ванадий (V), барий (Ba), полихлорированные дифенилы (суммарно) (далее – ПХД);

группа 3 – титан (Ti);

группа 4 – сурьма (Sb), бензол, антрацен, фенантрен, нафталин, хризен, этилбензол, атразин, гексахлорциклогексан (смесь изомеров) (далее – ГХЦГ), гексахлорбензол, гептахлор, глифосат, метоксихлор, пропазин, симазин.

К группе 1 относятся химические вещества, для которых:

- имеется информация о содержании химического вещества в почвах на фоновых территориях, полученная в результате проведения мониторинга земель;

- имеется информация о содержании химического вещества в почвах на территориях населенных пунктов, полученная в результате проведения мониторинга земель;

- установлена ПДК (ОДК) химического вещества в почвах.

К группе 2 относятся химические вещества, для которых:

- имеется информация о содержании химического вещества в почвах ООПТ, иных территориях страны, не входящих в систему пунктов наблюдений мониторинга земель;

- установлена ПДК (ОДК) химического вещества в почвах.

К группе 3 относятся химические вещества, для которых:

- имеется информация о содержании химического вещества в почвах ООПТ, иных территориях страны, не входящих в систему пунктов наблюдений мониторинга земель;

- не установлена ПДК (ОДК) химического вещества в почвах.

К группе 4 относятся химические вещества, для которых:

- не имеется информации о фоновом содержании;

- установлена ПДК (ОДК) химического вещества в почвах.

Сравнение этих групп с классификацией загрязняющих веществ по классам опасности показало, что между ними нет полного соответствия. Так свинец (Pb), цинк (Zn), кадмий (Cd), бензо(а)пирен отнесены к 1 группе и в одной, и во второй классификации как высоко опасные. Хром (Cr), никель (Ni), медь (Cu), марганец (Mn) находятся в 1 группе в данной классификации, но относятся к умеренно опасным (Cr, Ni, Cu) и малоопасным (Mn), что соответствует 2 и 3 классам опасности. Т.е. в данной классификации их ранг повышен по сравнению с классами опасности. В рассматриваемую классификацию в 1 группу включены также нитраты, сульфаты, нефтепродукты и ДДТ (общее содержание), чего не было при рассмотрении классов опасности.

Элементы группы 2 кобальт (Co) и молибден (Mo) относятся к умеренно опасным 2 класса, т.е. их положение не изменилось. Мышьяк (As) и ртуть (Hg) являются высоко опасными элементами 1 класса опасности; это значит, что в данной классификации их ранг понижен. А для V и Ba, наоборот, повышен, т.к. они относились к 3 классу мало опасных элементов.

В данной классификации в отдельную группу 3 выделен Ti, которого нет в перечне загрязняющих веществ, сгруппированных в классы опасности. В группу 4 входит сурьма (Sb), которая отнесена ко 2 классу умеренно опасных элементов. В перечень включены новые вещества и группы соединений – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), хлорированные углеводороды, цианиды, для которых нормативы в почве ранее отсутствовали. Не включены в рассматриваемую классификацию химических веществ Se, F (1 класс опасности), В (2 класс опасности), W и Sr (3 класс опасности). Более подробно о дифференцированных нормативах содержания химических веществ в почвах Беларуси речь пойдет в главе 3.

Необходимость мониторинга техногенного загрязнения земель обусловлена также такой глобальной проблемой, как отходы. В Республике Беларусь 2020 году образовано свыше 61 млн. тонн отходов производства и 4 млн. тонн коммунальных отходов. Среди отходов производства более 40 млн. тонн (или 65 %) - отходы переработки калийных руд и фосфогипса. Структура оставшихся 20,5 млн. тонн отходов выглядит следующим образом: доля отходов минерального происхождения составляет почти 56 %, отходов растительного и животного происхождения – 24 %, отходы жизнедеятельности населения и подобные им отходы промышленности – 4,30 %, отходы химических и связанных с ними производств – 4,37 %, отходы (осадки) водоподготовки, очистки сточных вод и др. – 10,92 % и медицинские отходы – 0,14 %.

Отходы 1 – 3 классов опасности (более 2 млн. тонн) образуются преимущественно на предприятиях химического и машиностроительного профиля и при эксплуатации транспорта. В их числе – отходы гальванических производств; отработанные аккумуляторы; отработанные масла и нефтесодержащие шламы; загрязненные грунты; отходы резинотехнических изделий; минеральные шламы (асбоцементный, серный, шлифовки стекла, карбидный и др.); металлические шламы (металлошлифовальный, железосодержащий и др.); отходы лакокрасочных материалов; отработанные щелочи, растворы и органические растворители и иное. 11 и 12,7 тыс. тонн отходов, находящихся на хранении на предприятиях, относятся, соответственно, к 1 и 2 классам опасности.

Без учета галитовых отходов, глинисто-солевых шламов и фосфогипса 21,58 % отходов образуется на предприятиях, расположенных в Минской области; 22,57 % – в Могилевской; 14,51 % – в г. Минске; 14,12 % – в Гомельской; 11,50 % – в Гродненской; 10,81 % – в Брестской; 4,93 % – в Витебской области.

Часть отходов производства повторно используется в технологических циклах. Так в 2020 г. уровень использования отходов производства составил 35,35 %. Используется большая часть отходов минерального, животного и растительного происхождения, осадков сточных вод и отходов жизнедеятельности населения. Отходы химических производств в 2020 г. использованы наполовину (около 900 тыс. тонн из 1,8 млн. тонн). Медицинские отходы почти полностью (933 из 960 тыс. тонн) неиспользованы. Неиспользованные отходы производства накапливаются на территории предприятий или вывозятся на объекты хранения и захоронения. Объем накопленных отходов на объектах хранения (в ведомственных местах хранения и на территории предприятий) увеличился за 2020 год почти на 3 % и составил на конец года свыше 1,3 млрд. тонн. 95,4 % из них составляют галитовые отходы, глинисто-солевые шламы и фосфогипс.

Кроме твердых отходов (промышленных и коммунальных) большой вклад в загрязнение земель вносят выбросы загрязняющих веществ от мобильных и стационарных источников в атмосферный воздух.

Комитет по экологической политике ЕЭК ООН в 2005 г. рекомендовал Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды нашей страны

создать полномасштабный национальный регистр выбросов и переноса загрязнителей (РВПЗ), который, помимо прочего, был бы предназначен для учета выбросов и переноса основных загрязняющих веществ от крупных стационарных источников, а также от диффузных источников (например, транспорт и сельское хозяйство). К 2008 г. была разработана концепция ведения и обновления данных Национального РВПЗ, сформирован перечень из 224 объектов, включенных в регистр. Но в дальнейшем процесс создания информационного ресурса был приостановлен.

1.7. Мониторинг земель

Мониторинг земель является видом мониторинга окружающей среды – это записано в Кодексе Республики Беларусь о земле (ст. 83). Объектом мониторинга земель является весь земельный фонд Республики Беларусь – 20762,8 тыс. га.

Организация мониторинга земель осуществляется Государственным комитетом по имуществу Республики Беларусь за счет средств республиканского бюджета. Порядок проведения мониторинга земель и использования его данных устанавливается Советом Министров Республики Беларусь.

Мониторинг земель в Республике Беларусь представляет собой систему постоянных наблюдений за состоянием земель и их изменением под влиянием природных и антропогенных факторов, а также за изменением состава, структуры, состояния земельных ресурсов, распределением земель по категориям, землепользователям и видам земель. Данная система наблюдений создана для своевременного выявления, оценки и прогнозирования изменений, предупреждения и устранения последствий негативных процессов, определения степени эффективности мероприятий, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия почв, защиту земель от негативных последствий.

Мониторинг земель как один из важнейших видов мониторинга включен в НСМОС и проводится с 1993 г. - с начала организации и ведения в нашей стране системы экологического мониторинга. В 2000 г. был создан информационно-аналитический центр (ИАЦ) мониторинга земель в республиканском унитарном предприятии (РУП) «Информационный центр земельно-кадастровых данных и мониторинга земель». С 2014 г. ИАЦ мониторинга земель функционирует на базе РУП «Проектный институт Белгипрозем». ИАЦ мониторинга земель обеспечивает сбор, хранение, обработку и анализ данных, получаемых в результате проведения мониторинга земель от организаций, его осуществляющих. Кроме того, важной задачей ИАЦ мониторинга земель является предоставление обобщенной информации по земельным ресурсам, их состоянию и использованию, для обеспечения информационных потребностей республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов, юридических лиц и граждан.

ИАЦ мониторинга земель в соответствии с возложенными на него задачами:

1. осуществляет сбор, хранение, обработку и анализ данных, полученных на пунктах наблюдений мониторинга земель организациями, подчиненными Госкомимуществу, Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерству образования, Министерству сельского хозяйства и продовольствия, Министерству лесного хозяйства, Национальной академии наук Беларуси. Также используется информация, полученная при проведении государственного кадастрового учета земель, осуществляемого структурными подразделениями землеустройства местных исполнительных комитетов;

2. создает и ведет базы данных наблюдений за состоянием земель и их изменением под влиянием природных и антропогенных факторов, а также за изменением состава, структуры, состояния земельных ресурсов, распределением земель по категориям, землепользователям и видам земель по перечню характеристик и в объемах, утвержденных в установленном порядке;

3. осуществляет подготовку и предоставление информации о количестве и местонахождении пунктов наблюдений мониторинга земель для включения в государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС;

4. вносит в установленном порядке предложения о проведении научных исследований, направленных на совершенствование проведения мониторинга земель, и участвует в их проведении;

5. готовит и представляет в установленном Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды порядке в ГИАЦ НСМОС обобщенную информацию, полученную в результате проведения мониторинга земель;

6. готовит и предоставляет информацию, полученную в результате проведения мониторинга земель, государственным органам, другим государственным организациям, иным юридическим лицам, гражданам и средствам массовой информации в соответствии с законодательством;

7. осуществляет обмен информацией с информационно-аналитическими центрами других видов мониторинга НСМОС;

8. обеспечивает размещение и поддержание информационных ресурсов центра в глобальной компьютерной сети Интернет;

9. участвует в методическом и программно-информационном обеспечении деятельности по проведению мониторинга земель организаций, подчиненных Госкомимуществу, Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерству образования, Министерству сельского хозяйства и продовольствия, Министерству лесного хозяйства, Национальной академии наук Беларуси;

10. по поручению Госкомимущества готовит сообщения, справки, бюллетени, отчеты и другие информационные материалы о результатах проведения мониторинга земель.

Мониторинг земель осуществляется по следующим направлениям:

мониторинг земельного фонда (наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов);

агропочвенный мониторинг (наблюдения за состоянием почвенного покрова земель);

мониторинг техногенного загрязнения земель (наблюдения за химическим загрязнением почв и земель).

В каждом из направлений выделяются этапы проведения мониторинга земель:

- планирование и методическое обеспечение наблюдений;
- проведение наблюдений и получение первичных данных;
- подготовку аналитической экологической информации;
- оформление и передача результатов наблюдений в ИАЦ мониторинга земель.

Мониторинг земельного фонда предполагает наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов. Он включает в себя:

1. наблюдения за изменением состава земель;
2. наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения;
3. наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда.

Работы по проведению мониторинга земельного фонда выполняются согласно требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА) в области охраны окружающей среды и методик (методов) определения, действующих на момент проведения работ.

Наблюдения за изменением состава земель проводятся на всех землях Республики Беларусь с учетом их распределения по административно-территориальным единицам, категориям земель и землепользователей, видам земель, формам собственности и видам прав на землю. Наблюдения проводятся в разрезе районов, областей, городов областного подчинения, г. Минска, Республики Беларусь.

Основой (информационным ресурсом) для наблюдений за изменением состава земель являются данные реестра земельных ресурсов государственного земельного кадастра за текущий календарный год. Первичные данные об изменении состава земель заполняются в соответствии с установленными формами, утвержденными Госкомимуществом. В заголовках форм указываются наименование административно-территориальной единицы и год наблюдений. Наблюдаемыми показателями являются:

распределение земель по районам (в гектарах), областям, городам областного подчинения, г. Минску, Республике Беларусь (в тыс. га);

распределение земель по категориям землепользователей (по АТЕ);

распределение земель по видам земель, формам собственности и видам прав на землю (по АТЕ).

Следующий этап проведения мониторинга земельного фонда в части наблюдений за изменением состава земель подготовка аналитической экологической информации. Она может быть получена путем определения структуры земель и сопоставления полученных значений, а также первичных данных с данными предыдущего периода наблюдений. Анализируются

показатели распределения земель по АТЕ, по категориям землепользователей, по видам земель, формам собственности и видам прав на землю. Анализ осуществляется в разрезе областей и г. Минска, всей страны (в % относительно общей площади Беларуси или АТЕ).

К аналитической экологической информации относится также изучение изменений в распределении земель по АТЕ, по категориям земель и землепользователей, по видам земель, формам собственности и видам прав на землю (в разрезе областей и г. Минска в тыс. га, в % относительно общей площади земель соответствующей АТЕ).

Аналитическая экологическая информация об изменении состава земель является основой для текстового отчета, включающего оценку распределения земельных ресурсов за отчетный год, изменения в распределении земель, произошедшие относительно предыдущего отчетного года, а также прогноз вероятного распределения земель по категориям, видам, формам собственности и видам прав на землю, основанный на экспертном подходе. Данные об изменении состава земель в границах АТЕ формируются Госкомимуществом на основании отчетов о наличии и распределении земель. Подготовку аналитической экологической информации выполняет Госкомимущество или по его поручению ИАЦ. Методическое руководство наблюдениями за изменением состава земель осуществляет Госкомимущество.

Наблюдения за изменением состава земель проводятся ежегодно по состоянию на 1 января года, следующего за отчетным. Первичные данные и аналитическая экологическая информация передаются Госкомимуществом в ИАЦ не позднее 15 марта года, следующего за отчетным. Вся информация содержится в ежегодном отчете «Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января следующего за отчетным года)» и публикуется на официальном сайте Госкомимущества (http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/) [16].

Наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения проводятся на землях сельскохозяйственных организаций, в том числе крестьянских (фермерских) хозяйств, в разрезе районов, областей, Республики Беларусь.

Основой (информационным ресурсом) для наблюдений за изменением состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения являются материалы почвенно-геоботанических обследований и корректировки почвенных карт, а также почвенно-агрохимических обследований.

Первичные данные об изменении состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения составляются по утвержденным формам. В заголовках таблиц указываются наименование АТЕ и период наблюдений. Наблюдаемыми показателями являются:

- распределение сельскохозяйственных земель по видам почв (в га);
- распределение сельскохозяйственных земель по типам и подтипам почв (в га);

распределение сельскохозяйственных земель по степени увлажнения почв (в га);

распределение сельскохозяйственных земель по гранулометрическому составу почв (в га);

распределение сельскохозяйственных земель по эродированности почв (в га);

распределение пахотных земель по агрохимическим свойствам почв (степень кислотности почв в КС1, содержание в почве гумуса, подвижных форм фосфора и калия) (в га).

Аналитическая экологическая информация об изменении состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения получается путем расчета их структуры, соответствующей различным характеристикам почв, и сопоставления полученных значений, а также первичных данных с данными предыдущего периода наблюдений. Анализ проводится по следующим параметрам:

распределение сельскохозяйственных земель по видам почв, по типам и подтипам почв, по степени увлажнения почв, по гранулометрическому составу и по эродированности почв. Расчеты ведутся в процентах относительно общей площади сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения соответствующей АТЕ;

распределение пахотных земель по агрохимическим свойствам почв (степень кислотности почв в КС1, содержание в почве гумуса, подвижных форм фосфора и калия) (в процентах относительно общей площади пахотных земель соответствующей АТЕ);

изменения в распределении сельскохозяйственных земель по видам почв, по типам и подтипам почв, по степени увлажнения почв, по гранулометрическому составу и по эродированности почв. Расчеты ведутся в га и процентах относительно общей площади сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения соответствующей АТЕ;

изменения в распределении пахотных земель по агрохимическим свойствам почв (степень кислотности почв в КС1, содержание в почве гумуса, подвижных форм фосфора и калия) (в процентах относительно общей площади пахотных земель соответствующей АТЕ).

Аналитическая экологическая информация об изменении состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения является основой для текстового отчета, который включает:

оценку распределения сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения с различными характеристиками почвенного покрова за отчетный период (в том числе по стране);

изменения в распределении различных характеристик, произошедшие относительно предыдущего отчетного периода;

прогноз вероятного распределения сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения с различными характеристиками почвенного покрова, основанный на экспертном подходе.

Организациями, осуществляющими наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения, являются:

РУП "Проектный институт Белгипрозем" - в отношении распределения почв по административно-территориальным единицам, видам земель, типам и подтипам почв, степени увлажнения, гранулометрическому составу и эродированности;

РУП "Институт почвоведения и агрохимии" Национальной академии наук Беларуси в отношении распределения почв по агрохимическим свойствам.

Методическое руководство наблюдениями за изменением состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения, а также подготовку аналитической экологической информации осуществляет РУП "Институт почвоведения и агрохимии". Для подготовки аналитической экологической информации ИАЦ предоставляет РУП "Институт почвоведения и агрохимии" имеющиеся первичные данные, поступившие из других организаций.

Поступление первичных данных о распределении почв по типам и подтипам, степени увлажнения, эродированности и гранулометрическому составу, а также по видам земель определяется периодичностью туров (массовых работ) почвенно-геоботанических обследований. Первичные данные очередных туров предоставляются в ИАЦ организациями, осуществляющими наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения, не позднее 1 марта года, следующего за годом, в течение которого были обобщены полученные материалы. Первичные данные об агрохимических свойствах почв (по территориям районов, обследованных в отчетном году), а также аналитическая экологическая информация предоставляется РУП "Институт почвоведения и агрохимии" в ИАЦ не позднее 15 марта года, следующего за отчетным.

Наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда проводятся на покрытых лесом землях лесного фонда в отношении их распределения по типам и подтипам почв, типам леса, а для земель с торфяно-болотными почвами - по мощности торфяной залежи. Тип леса, являясь индикатором лесорастительных условий, служит косвенной характеристикой свойств почвы. Основой (информационным ресурсом) для наблюдений за изменением состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда являются данные государственного учета лесного фонда и государственного лесного кадастра, а также материалы лесоустроительных и почвенно-агрохимических обследований. Наблюдения проводятся в разрезе юридических лиц, ведущих лесное хозяйство, находящихся в ведении государственных органов (Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, Управления делами Президента Республики Беларусь, Министерства обороны Республики Беларусь, Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Министерства образования Республики Беларусь,

Национальной академии наук Беларуси, а также местных исполнительных и распорядительных органов).

Первичные данные об изменении состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда составляются по установленным формам. В заголовках форм указываются название юридического лица, ведущего лесное хозяйство, и период наблюдений. Наблюдаемыми показателями являются:

распределение земель лесного фонда по типам и подтипам почв (в га);

распределение земель лесного фонда с торфяно-болотными почвами по мощности торфяной залежи (в га);

распределение земель лесного фонда по типам леса (в га).

Аналитическая экологическая информация об изменении состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда получается путем расчета их структуры и сопоставления полученных значений с данными предыдущего периода наблюдений по утвержденным формам. В них вносятся показатели распределения земель лесного фонда по типам и подтипам почв, по типам леса, земель лесного фонда с торфяно-болотными почвами - по мощности торфяной залежи, (в % относительно общей площади земель юридического лица, ведущего лесное хозяйство). Также экологическая информация содержит изменения в распределении земель лесного фонда по типам и подтипам почв, по типам леса, земель лесного фонда с торфяно-болотными почвами - по мощности торфяной залежи, (в га и в % относительно общей площади земель юридического лица, ведущего лесное хозяйство).

Аналитическая экологическая информация об изменении состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда является основой для текстового отчета, включающего:

оценку распределения земель лесного фонда по наблюдаемым показателям за отчетный период (в том числе по Республике Беларусь) ;

изменения в распределении земель лесного фонда по наблюдаемым показателям, произошедшие относительно предыдущего периода;

прогноз вероятного распределения и состояния почвенного покрова земель лесного фонда, основанный на экспертном подходе.

Следует отметить, что наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда проводились только в 2007 г. С 2008 по 2021 г.г. такие исследования не проводились. Организацией, осуществляющей методическое руководство наблюдениями за изменением состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда, а также подготовку аналитической экологической информации, является РУП "Белгослес" Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь.

Получение первичных данных о распределении земель лесного фонда по типам, подтипам почв и по мощности торфяной залежи должно определяться периодичностью проведения лесоустроительных и почвенно-агрохимических обследований земель лесного фонда. Юридические лица, ведущие лесное хозяйство, должны наблюдаться согласно очередности, установленной РУП "Белгослес". Периодичность полного обновления первичных данных о

распределении площади земель лесного фонда по типам леса составляет десять лет.

1.8. Агрочувственный мониторинг

Агрочувственный мониторинг предназначен для наблюдений за состоянием почвенного покрова земель. Они включают в себя:

наблюдения за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения;

наблюдения за состоянием почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии;

наблюдения за состоянием лесных почв;

наблюдения за состоянием осушенных лесных почв.

Наблюдения за состоянием почвенного покрова земель проводятся на пунктах наблюдений мониторинга земель, внесенных в государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС (табл. 3.5). Всего их 33: 4 пункта предназначены для наблюдений за состоянием почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии, 11 за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях, и по 9 пунктов за состоянием лесных почв и осушенных лесных почв.

На каждый пункт наблюдений мониторинга земель в организации, осуществляющей наблюдения за состоянием почвенного покрова земель, составляется и ведется (хранится) паспорт пункта наблюдений мониторинга земель. К паспорту прилагаются первичные данные, полученные за все время наблюдений, а также материалы первоначального изучения почвенного покрова, выполняемого однократно при закладке пункта наблюдений. Они включают результаты детального почвенного картографирования пункта наблюдений, схему расположения пробных площадок, почвенно-геоморфологических профилей, почвенных разрезов, прикопок (полуям), реперов, результаты зондирования торфяной залежи, морфологического описания почвенных разрезов и др.

Наблюдения за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения, состоянием почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии, осуществляют организации:

УП "Проектный институт Белгипрозем";

РУП "Институт почвоведения и агрохимии";

республиканское научное дочернее унитарное предприятие "Институт мелиорации" НАН Беларуси;

учреждение образования "Белорусский государственный университет" (научно-исследовательская лаборатория экологии ландшафтов) Министерства образования Республики Беларусь.

Методическое руководство наблюдениями за состоянием почвенного покрова земель, а также подготовку аналитической экологической информации

осуществляет РУП "Институт почвоведения и агрохимии". Составляется ежегодная программа наблюдений за интенсивностью ветровой эрозии осушенных почв, где указываются направления исследований (критерии) и их цель, контролируемые показатели и количество отобранных проб и выполненных анализов.

Пункты наблюдений мониторинга земель за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения располагаются в пределах массивов освоенных земель (с преобладанием пахотных земель) с торфяно-болотными почвами, длительное время находящимися под воздействием осушительных мелиоративно-технических систем, а также с почвами легкого гранулометрического состава. Из 11 пунктов наблюдений за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях, внесенных в государственный реестр пунктов наблюдений мониторинга земель НСМОС, не менее 5 должны располагаться в Южной почвенно-географической провинции и не менее чем по одному - в Северной и Центральной провинциях.

В качестве пунктов наблюдений мониторинга земель за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения используются участки прямоугольной конфигурации площадью от 25 до 50 гектаров (в зависимости от проявления мозаичности почвенного покрова) с типичной для почвенно-географической провинции почвенной комбинацией. При этом пункт наблюдений мониторинга земель должен охватывать максимально возможное разнообразие антропогенно-преобразованных почв (с проявлениями выпашки, механической, водной и ветровой эрозии). Материалы первоначального изучения почвенного покрова в обязательном порядке включают результаты зондирования торфяной залежи с определением ботанического состава и степени разложения торфа (на торфяно-болотных почвах).

Первичные данные наблюдений за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения включают показатели:

- относительное превышение точек почвенно-геоморфологического профиля;
- мощность почвенных горизонтов;
- гранулометрический состав почвенных горизонтов (содержание физической глины);
- степень кислотности почв (рН в KCl);
- степень гидролитической кислотности почв;
- содержание гумуса в минеральных почвах;
- запас гумуса в минеральных почвах;
- содержание органического вещества в торфяных и постторфяных почвах;
- содержание подвижного фосфора (P_2O_5) в почвах;
- содержание подвижного калия (K_2O) в почвах;
- влажность почв;
- плотность почв;

производительную способность почв.

Дополнительно могут определяться показатели интенсивности сработки торфа, сложности почвенного покрова, его контрастности и неоднородности, интенсивности дефляции (ветровой эрозии) и др. Кроме того, в целях обеспечения комплексной оценки влияния факторов, определяющих эволюцию торфяно-болотных почв, перечень наблюдаемых показателей может быть дополнен показателями, характеризующими водный и тепловой режимы почвенного покрова.

При проведении наблюдений за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения выполняются следующие процедуры:

- восстановление границ пробных площадок;
- детальное почвенное картографирование;
- построение нивелирных ходов по почвенно-геоморфологическим профилям;
- морфометрическое и морфологическое описание почвенных разрезов;
- отбор проб почвы по почвенным (генетическим) горизонтам;
- отбор объединенных проб почвы (пахотного горизонта);
- учет урожая возделываемых культур;
- определение ветрового переноса пыли;
- лабораторный анализ отобранных образцов почв.

Нивелирование поверхности, изучение почвенного профиля и отбор проб почвы производятся на пробных площадках, границы которых имеют точную координатную привязку и могут быть восстановлены. Детальное почвенное картографирование выполняется в масштабе 1:2000 на низком таксономическом уровне с выделением родов, видов и разновидностей почв.

Процедура описания почвенного профиля производится с указанием информации об общем строении почвенного профиля, его водном режиме, а также основных морфологических признаках генетических горизонтов: цвете, влажности, гранулометрическом составе, структуре, сложении, включениях, новообразованиях, переходах от горизонта к горизонту и других. Диагностика и классификация почвы производятся в соответствии с утвержденным номенклатурным списком почв Беларуси.

Производительная способность почвы определяется путем учета урожая возделываемых сельскохозяйственных культур. Если в пределах пункта наблюдений мониторинга земель возделывается несколько культур, то урожайность каждой из них определяется в отдельности.

Интенсивность дефляции определяется инструментально либо расчетным методом с использованием показателей дефляционного потенциала ветра и дефлируемости почвы. Величина интенсивности сработки торфа определяется по изменению содержания органического вещества в верхних горизонтах почвы.

Величина сложности почвенного покрова определяется на основании коэффициентов расчленения элементарных почвенных ареалов, каждый из которых определяется путем деления длины периметра контура элементарного почвенного ареала на длину окружности круга, равного его площади. Величина

контрастности почвенного покрова определяется по генетическому типу, степени увлажнения и гранулометрическому составу почв с применением шкалы контрастности. Величина неоднородности почвенного покрова рассчитывается путем перемножения величины сложности почвенного покрова и величины его контрастности.

Аналитическая экологическая информация о состоянии и эволюции почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения составляется в виде текстового отчета, включающего:

оценку состояния почвенного покрова осушенных сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения за отчетный период по Республике Беларусь на основании первичных данных пунктов наблюдений мониторинга земель, репрезентативно представляющих определенные территории, с применением методов математического моделирования;

тенденции изменений, произошедших относительно предыдущего периода наблюдений и с учетом всего ряда наблюдений;

прогноз состояния мелиорированных почв в будущем, основанный на экспертном подходе.

Для подготовки аналитической экологической информации ИАЦ предоставляет РУП "Институт почвоведения и агрохимии" имеющиеся первичные данные, поступившие из других организаций.

Наблюдения за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения проводятся с периодичностью 1 раз в 5 лет (за исключением интенсивности дефляции почв, которая наблюдается ежегодно). Работы по детальному почвенному картографированию выполняются 1 раз в 10 лет. Пункты наблюдений мониторинга земель наблюдаются согласно очередности, установленной организациями, осуществляющими наблюдения за состоянием почвенного покрова земель. Первичные данные, полученные на пунктах наблюдений мониторинга земель в отчетном году, предоставляются в ИАЦ организациями, осуществляющими наблюдения за состоянием почвенного покрова земель, не позднее 15 января года, следующего за отчетным. Аналитическая экологическая информация предоставляется РУП "Институт почвоведения и агрохимии" в ИАЦ ежегодно не позднее 25 января года, следующего за отчетным.

Обобщение данных, полученных за весь период наблюдений (15 лет), позволили установить показатели деградации осушенных органогенных почв объектов наблюдений (таблица 3.8). Такие изменения связаны, в большей степени, с хозяйственной деятельностью человека, когда интенсивный характер использования осушенных почв в качестве пахотных земель приводит к «сработке» торфяного слоя, способствует развитию дефляционных процессов. Как результат – высокоплодородные торфяно-болотные почвы превращаются в низкоплодородные торфяно-минеральные и остаточно-торфянистые почвы. Современная структура земельных ресурсов Полесского региона в значительной степени определяется характером почвенного покрова и его составом. В результате деградации снижается балл бонитета осушенных торфяных почв. Средний балл бонитета пахотных земель на торфяных почвах в 2000 г.

оценивался в 55,8, а к 2030 г. он может уменьшиться до 49,9.

В 80-х годах XX века выделен новый тип почв – антропогенно преобразованные (деградированные торфяные или дегроторфяные), формированию которых содействовало развитие осушительной мелиорации. К 2001 г. их площади составили в Ивацевичском районе 7,4 % от площади пахотных земель и 10,5 % сельскохозяйственных, Лунинецком – 16,5 % и 16,7 % соответственно, Жабинковском – 0,6 % и 1,9 %, Пинском – 1,7 % и 1,7 %. Площадь деградированных торфяных почв во всех районах наблюдений выросла за 2020 г. на 0,4-8,3 % от площади сельскохозяйственных земель. Наибольший прирост дегроторфяных почв отмечен в Пинском районе: в составе пахотных земель прирост составил 5,8 %, сельскохозяйственных – 8,3 %. Всего на 0,4 % увеличилась площадь деградированных торфяных в Лунинецком районе. И только в Ивацевичском районе доля дегроторфяников снизилась на 0,1 % от площади сельскохозяйственных земель, что объясняется вовлечение в оборот 2 % мощных торфяных почв.

За период с 1985 г. по 2015 г. в структуре почвенного покрова районов проведения мониторинга произошли существенные изменения, которые выражаются, прежде всего, в заметном сокращении площадей торфяно-болотных почв: Жабинковский и Ивацевичский районы – на 2 %, Лунинецкий – на 12 %, Пинский – на 5 %. Вместе с тем, значительно увеличились к 2015 г. площади антропогенно-преобразованных почв, они составили от 2 до 15 % от площади пахотных земель и от 4 до 17 % от площади сельскохозяйственных земель. Наблюдается устойчивая тенденция увеличения площадей дефляционноопасных почв. Кроме того, неизбежны негативные экономические последствия длительного сельскохозяйственного использования торфяных почв. Вышеперечисленные факты обуславливают необходимость принятия мер наблюдения и упреждения дефляционных процессов в районах с высоким удельным весом осушенных почв, а также проведение экологической реабилитации малопродуктивных постторфяных песчаных почв и выработанных торфяных месторождений.

Наблюдения за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях имеет большое экологическое и практическое значение. Деградация органогенных почв носит особенно выраженный характер в Беларуси, где около 314 тыс. га торфяных почв сельскохозяйственных земель деградировали.

Наблюдения за состоянием почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии, проводятся с целью выявления изменений агрофизических, агрохимических, физико-химических свойств почв, происходящих под воздействием эрозионных процессов, а также учета мелкозема, смываемого в условиях холмистого рельефа. Проведение наблюдений и подготовку аналитической экологической информации, а также методическое руководство наблюдениями осуществляет РУП "Институт почвоведения и агрохимии". В Беларуси водной и ветровой эрозии подвержено 556,5 тыс. га сельскохозяйственных земель, что составляет около 7 % от их общей площади, поэтому данные исследования весьма актуальны.

Наблюдения за состоянием почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии, проводятся на 4 пунктах наблюдений мониторинга земель. Они располагаются в Северной и Центральной почвенно-географических провинциях, на территориях, для которых характерны проявления водной эрозии. Общее количество пунктов наблюдений мониторинга земель в Республике Беларусь может изменяться в зависимости от масштаба проявления эрозионных процессов, однако не должно быть менее четырех.

Составляется программа наблюдений за процессами водной эрозии. В ней указываются направления исследований (критерии) и их цели, контролируемые показатели и количество проб и анализов.

Пунктами наблюдений мониторинга земель за состоянием почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии, являются участки, расположенные в пределах элементарного водосбора, с площадью от 25 до 50 гектаров в зависимости от пересеченности местности и пестроты почвенного покрова. Территория пункта наблюдений мониторинга земель в обязательном порядке должна включать в себя водораздельную часть, верхнюю, среднюю и нижнюю части склонов. При этом границы пункта наблюдений мониторинга земель совмещаются с дорогами, канавами, дамбами, опушками леса и должны охватывать либо один отдельно обрабатываемый участок соответствующей площади, либо несколько более мелких, в пределах которых распространена типичная почвенная комбинация региона.

Первичные данные наблюдений за состоянием почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии, составляются по установленным формам. Перечень наблюдаемых показателей включает:

- мощность почвенных горизонтов;
- гранулометрический состав почвенных горизонтов;
- степень кислотности почв (рН в KCl);
- гидролитическую кислотность почв;
- содержание гумуса в почвах;
- запас гумуса в минеральных почвах;
- влажность почв;
- плотность почв;
- содержание общего азота в почвах;
- содержание подвижного фосфора (P₂O₅) в почвах;
- содержание подвижного калия (K₂O) в почвах;
- смыв мелкозема с твердым и жидким стоком;
- производительную способность почв.

Наблюдение за водным режимом изучаемых почвенных разновидностей позволяет оценить динамику содержания доступной влаги для растений в течение вегетационного периода и выявить факторы, приводящие к снижению производительной способности эродированных почв.

В пробах воды определяются:

- содержание нитратов, магния, кальция, калия, фосфора;
- степень кислотности.

При проведении наблюдений за состоянием почвенного покрова земель,

подверженных водной эрозии, выполняются следующие процедуры:

- восстановление границ пробных площадок;
- детальное почвенное картографирование;
- построение нивелирных ходов по почвенно-геоморфологическим профилям;
- морфометрическое и морфологическое описание почвенных разрезов;
- отбор проб почвы по почвенным (генетическим) горизонтам;
- отбор единичных проб почвы (пахотного горизонта) по линии стока;
- учет урожая возделываемых культур;
- наблюдения за твердым и жидким стоком;
- отбор проб воды;
- лабораторный анализ отобранных проб.

Нивелирование поверхности, изучение почвенного профиля и отбор проб почвы производятся на пробных площадках, имеющих координатную привязку, позволяющую восстановить их местоположение. Обозначение пробных площадок на местности не обязательно. Координатная привязка пробной площадки производится инструментально, в том числе с использованием спутниковых навигационных систем. Детальное почвенное картографирование выполняется в масштабе 1:1000 на низком таксономическом уровне с выделением родов, видов и разновидностей почв.

Опробованию подлежат талые воды, а также воды поверхностного стока в период стокообразующих (ливневых) дождей. Определение величины твердого стока производится путем учета смыва почвенного мелкозема в лотках и измерения мутности проб воды, а также расчетным методом. Испытания отобранных проб почв с целью определения их физико-химических характеристик осуществляются аккредитованными аналитическими лабораториями.

Аналитическая экологическая информация о состоянии почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии, составляется в виде текстового отчета, включающего:

- оценку состояния почвенного покрова за отчетный период на основании первичных данных пунктов наблюдений мониторинга земель, репрезентативно представляющих определенные территории, с применением методов математического моделирования;

- изменения, произошедшие относительно предыдущего периода и с учетом всего ряда наблюдений;

- прогноз развития эрозионных процессов, основанный на экспертном подходе.

Наблюдения за состоянием почвенного покрова земель, подверженных водной эрозии, проводятся ежегодно, за исключением определения гранулометрического состава почв, который наблюдается 1 раз в 5 лет. Работы по детальному почвенному картографированию выполняются 1 раз в 10 лет. Первичные данные и аналитическая экологическая информация предоставляются в ИАЦ ежегодно не позднее 15 января года, следующего за отчетным.

Противоэрозионная устойчивость почв является интегральным показателем, который невозможно объективно оценить только при помощи какого-то одного критерия. Основными показателями, отражающими устойчивость почв к эрозии, в зависимости от их состава и агрофизических свойств являются: содержание агрономически ценных агрегатов, коэффициент структурности, средневзвешенный диаметр агрегатов при водном и сухом просеивании, водоустойчивость, содержание водопрочных агрегатов более 0,5 мм, а также коэффициенты водоустойчивости, водопрочности и нестабильности.

За пять лет проведенных наблюдений (2016-2020 гг.) в основном улучшилось как структурное состояние почв центральной почвенно-экологической провинции, так и их противоэрозионная устойчивость. Показатели противоэрозионной устойчивости дерново-подзолистых почв на моренных суглинках стационара «Межаны» в целом ухудшились. На ключевом участке «МАПЭ» увеличилась доля водопрочных агрегатов и коэффициент водопрочности, в то время как коэффициент структурности и коэффициент водоустойчивости снизились. В пределах ключевого участка «Слободская заря» коэффициенты, характеризующие устойчивость почв к деградации, заметно ухудшились, особенно содержание водопрочных агрегатов и коэффициент водоустойчивости. В то же время улучшилось структурное состояние эродированных почв. Эти изменения обусловлены возделыванием многолетних трав на ключевом участке «Слободская заря», способствующие улучшению структуры почвы, а на ключевом участке «МАПЭ» применялись высокие дозы органических удобрений, повышающие противоэрозионную устойчивость почв. В целом на объектах наблюдений наилучшие показатели, характеризующие устойчивость почв к водно-эрозионным процессам, были на незэродированной и слабоэродированной разновидностях. В то же время, за годы наблюдений на среднеэродированных почвах отмечено значительное улучшение всех коэффициентов, тогда как на незэродированной и слабоэродированной изменения малозаметны.

Наблюдения за состоянием лесных почв проводятся на землях лесного фонда и направлены на выявление изменений строения, состава и свойств почв, влияющих на условия произрастания лесных насаждений. Проведение наблюдений за состоянием лесных почв, методическое руководство, а также подготовку аналитической экологической информации осуществляет РУП "Белгослес".

Наблюдения за состоянием лесных почв проводятся на 9 пунктах наблюдений мониторинга земель. Пункты наблюдений располагаются равномерно по всей территории лесного фонда Республики Беларусь с учетом распространения формаций леса и лесорастительных условий территории. Как правило, они территориально совмещаются с постоянными пунктами наблюдений регулярной сети мониторинга лесов. Количество пунктов наблюдений мониторинга земель за состоянием лесных почв определяется исходя из особенностей почвенного покрова и породного состава лесных насаждений и должно быть не менее чем по три в пределах каждой из трех почвенно-географических провинций.

В качестве пунктов наблюдений за состоянием лесных почв используются участки покрытых лесом земель площадью не менее 1 гектара. Пункт наблюдений мониторинга земель должен располагаться в пределах элементарного выдела с условиями, типичными для произрастания конкретного типа леса. Его границы должны отстоять от края опушки леса, от дорог и просек на расстоянии не менее 35 м. Материалы детального изучения почвенного покрова в обязательном порядке включают результаты морфологического описания почвенных разрезов и определения гранулометрического состава почвенных горизонтов.

Первичные данные наблюдений за состоянием лесных почв составляются по установленной форме. Перечень наблюдаемых показателей включает:

- мощность почвенных горизонтов;
- степень кислотности почв (рН в KCl);
- гидролитическую кислотность почв;
- содержание общего азота в почвах;
- содержание подвижного фосфора (P₂O₅) в почвах;
- содержание подвижного калия (K₂O) в почвах;
- содержание в почвах органического углерода.

При проведении наблюдений за состоянием лесных почв выполняются следующие виды работ:

- морфометрическое и морфологическое описание почвенных разрезов;
- отбор объединенных проб почвы по фиксированным глубинам;
- лабораторный анализ проб почвы.

Изучение почвенного профиля и отбор проб почвы производятся на пробных площадках квадратной конфигурации с площадью 0,25 гектара. Координатная привязка центральной точки пробной площадки производится с использованием спутниковых навигационных систем.

Аналитическая экологическая информация о состоянии лесных почв составляется в виде текстового отчета, включающего:

оценку состояния почвенного покрова на пунктах наблюдений мониторинга земель за отчетный период и в целом по республике на основании первичных данных конкретных пунктов наблюдений, репрезентативно представляющих определенные территории, с применением методов математического моделирования;

изменения строения, состава и свойств почв, произошедшие относительно предыдущего периода и с учетом всего ряда наблюдений;

прогноз состояния лесных почв, основанный на экспертном подходе.

Наблюдения за состоянием лесных почв проводятся с периодичностью 1 раз в 10 лет. Пункты наблюдений мониторинга земель наблюдаются согласно очередности, установленной РУП "Белгослес". Первичные данные по пунктам наблюдений мониторинга земель, наблюдаемых в отчетном году, а также аналитическая экологическая информация предоставляется РУП "Белгослес" в ИАЦ не позднее 15 января года, следующего за отчетным.

Наблюдения за состоянием осушенных лесных почв проводятся на землях лесного фонда и направлены на выявление изменений компонентного

состава, строения и свойств почв, влияющих на условия произрастания лесных насаждений. Проведение наблюдений за состоянием лесных почв выполняет проектно-изыскательское республиканское унитарное предприятие "Белгипролес" Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Методическое руководство наблюдениями, а также подготовку аналитической экологической информации осуществляет РУП "Белгослес".

Наблюдения за состоянием осушенных лесных почв проводятся на 9 пунктах наблюдений мониторинга земель. Пункты наблюдений мониторинга земель за состоянием осушенных лесных почв территориально совмещаются с гидролесомелиоративными стационарами нерегулярной сети мониторинга мелиорированных лесных земель и распределяются по территории лесного фонда Республики Беларусь исходя из почвенно-экологической ситуации и породного состава насаждений. При определении местоположения пунктов наблюдений мониторинга земель учитываются техническое состояние гидромелиоративных сооружений и срок их эксплуатации. Общее число пунктов наблюдений мониторинга земель за состоянием осушенных лесных почв должно быть не менее 9 (с обязательным представительством в каждой из почвенно-географических провинций).

Пунктами наблюдений мониторинга земель за состоянием осушенных лесных почв являются участки покрытых лесом земель площадью не менее 2 га, длительное время находящихся под воздействием осушительных мелиоративно-технических систем. Контуры пунктов наблюдений мониторинга земель совмещаются с границами таксационных выделов, имеющих сравнительно однородный почвенный покров (в пределах одной почвенно-типологической группы) и общее целевое направление лесохозяйственной деятельности. Материалы детального изучения почвенного покрова пункта наблюдений мониторинга земель в обязательном порядке включают результаты зондирования торфяной залежи с определением ботанического состава и степени разложения торфа.

Первичные данные наблюдений за состоянием осушенных лесных почв составляются по установленным формам. Перечень наблюдаемых показателей включает:

- мощность торфяной залежи;
- уровень почвенно-грунтовых вод в скважинах;
- мощность почвенных горизонтов;
- степень кислотности почв (рН в KCl);
- гидролитическую кислотность почв;
- содержание подвижного фосфора (P₂O₅) в почвах;
- содержание подвижного калия (K₂O) в почвах;
- содержание в почве органического углерода;
- содержание в почве общего азота.

При проведении наблюдений за состоянием осушенных лесных почв выполняются следующие виды работ:

- морфометрическое и морфологическое описание почвенного разреза;
- отбор проб почвы по почвенным (генетическим) горизонтам;

отбор объединенных проб почвы по фиксированным глубинам;
зондирование торфяной залежи;
измерение уровня почвенно-грунтовых вод в скважинах;
лабораторный анализ проб почвы.

Изучение почвенного профиля и отбор проб почвы производятся на пробных площадках прямоугольной конфигурации с площадью до 0,5 га. Производится координатная привязка пробной площадки. Процедуры закладки почвенного разреза, морфологического и морфометрического описания почвенного профиля, отбора, хранения и транспортирования проб почв производятся в порядке, установленном специальной инструкцией. Зондирование торфяной залежи проводится в непосредственной близости от гидрологической скважины, предназначенной для измерения уровня почвенно-грунтовых вод, с помощью торфяного бура или щупа (при малой мощности залежи).

Аналитическая экологическая информация о состоянии осушенных лесных почв составляется в виде текстового отчета, включающего:

оценку состояния почвенного покрова на пунктах наблюдений мониторинга земель за отчетный период;

изменения его компонентного состава, строения и свойств, произошедших относительно предыдущего периода и с учетом всего ряда наблюдений;

прогноз состояния осушенных лесных почв, основанный на экспертном подходе. Оценка состояния почвенного покрова осушенных земель лесного фонда Республики Беларусь составляется на основании первичных данных конкретных пунктов наблюдений мониторинга земель, репрезентативно представляющих определенные территории, с применением методов математического моделирования.

Наблюдения за состоянием осушенных лесных почв проводятся с периодичностью 1 раз в 5 лет, за исключением измерений уровня почвенно-грунтовых вод в скважинах, которые проводятся ежегодно. Пункты наблюдений мониторинга земель наблюдаются согласно очередности, установленной РУП "Белгослес". Первичные данные и аналитическая экологическая информация относительно пунктов наблюдений мониторинга земель, наблюдаемых в отчетном году, и уровня почвенно-грунтовых вод в скважинах всех пунктов наблюдений мониторинга земель представляются РУП "Белгослес" в ИАЦ не позднее 15 января года, следующего за отчетным.

1.9. Мониторинг техногенного загрязнения земель

Мониторинг техногенного загрязнения земель предназначен для наблюдения за химическим загрязнением почв и земель.

радионуклиды, выпавшие в результате аварии на ЧАЭС, выбросы промышленных, прежде всего химических предприятий, транспорт, осадки сточных вод, применяемые в качестве удобрений, твердые промышленные и

коммунальные отходы, минеральные удобрения и средства защиты растений, крупные животноводческие комплексы

Источниками же техногенного загрязнения почв и земель являются радиоактивное загрязнение, выбросы промышленных предприятий, прежде всего химических, транспорт, предприятия военно-промышленного комплекса, осадки сточных вод, применяемые в качестве удобрений, твердые промышленные и коммунальные отходы, минеральные удобрения и средства защиты растений, крупные животноводческие комплексы и др.

И здесь «интересы» мониторинга земель пересекаются с «интересами» других видов мониторинга – локального и радиационного. Объектом наблюдений локального мониторинга в том числе являются земли в районе расположения крупных промышленных объектов - выявленных или потенциальных источников загрязнения земель. В рамках радиационного мониторинга отслеживаются земли, подвергшиеся радиоактивному загрязнению. Проблема радиоактивного загрязнения земель является в Беларуси одной из важнейших. Около 23 % общей площади республики, включая 3668 населенных пунктов было загрязнено цезием-137 с плотностью один и более Ки/км². По состоянию на 01.01.2021 г. площадь земель, загрязненных радионуклидами, составляет около 250 тыс. га (или около 12 % от площади страны). Мониторинг земель, загрязненных радионуклидами, рассматривается в рамках НСМОС как отдельный вид мониторинга – радиационный. Таким образом, объектом мониторинга техногенного загрязнения земель являются земли сельскохозяйственного назначения, лесного фонда, населенных пунктов, промышленности и транспорта, а также земли запаса, за исключением тех, на которых проводятся радиационный и локальный виды мониторинга.

Наблюдения за химическим загрязнением почв и земель проводятся Белгидрометом на 1792 пунктах по следующим направлениям:

- наблюдения за химическим загрязнением земель на фоновых территориях,
- наблюдения за химическим загрязнением земель в населенных пунктах,
- наблюдения за химическим загрязнением земель в придорожных полосах автомобильных дорог.

Загрязнение земель химическим веществом определяется как поступление на земную поверхность (т.е. в почву) химического вещества в количестве, которое превышает дифференцированный норматив содержания химического вещества в почвах (минимальное пороговое значение). Последний относится к нормативам качества окружающей среды и представляет собой совокупность пороговых значений содержания химического вещества в почвах. Под пороговым значением понимается содержание химического вещества, установленное для почв различного гранулометрического состава, различных категорий земель, функциональных зон населенных пунктов, природных территорий особой и (или) специальной охраны, превышение которого влечет необходимость выполнения мероприятий в отношении загрязненной территории в зависимости от степени загрязнения почв. Если дифференцированный норматив не установлен для некоторых веществ или соединений, то при определении загрязнения земель используется норматив ПДК, ОДК этого

химического вещества, а при отсутствии этих нормативов используется двукратный показатель фоновой концентрации. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах применяются при проведении мониторинга земель (наблюдения за химическим загрязнением земель), а также при проведении локального мониторинга окружающей среды (наблюдения за землями в районе расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения); осуществлении контроля в области охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов; исчислении размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде; планировании мероприятий по охране земель и оценке результатов их выполнения.

Дифференцированные нормативы установлены для химических элементов (ТМ) и веществ, которые классифицированы в 4 группы (критерии данной классификации, а также сравнение этих групп с классификацией загрязняющих веществ по классам опасности даны в главе 2):

группа 1 – свинец (Pb), цинк (Zn), кадмий (Cd), хром (Cr), никель (Ni), медь (Cu), марганец (Mn), нитраты, сульфаты, нефтепродукты, бензо(а)пирен, ДДТ (общее содержание);

группа 2 – мышьяк (As), ртуть (Hg), кобальт (Co), молибден (Mo), ванадий (V), барий (Ba), полихлорированные дифенилы (суммарно) (далее – ПХД);

группа 3 – титан (Ti);

группа 4 – сурьма (Sb), бензол, антрацен, фенантрен, нафталин, хризен, этилбензол, атразин, гексахлорциклогексан (смесь изомеров) (далее – ГХЦГ), гексахлорбензол, гептахлор, глифосат, метоксихлор, пропазин, симазин.

Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах изменяются в зависимости от категорий земель, гранулометрического состава почв. В таблицах приведены пороговые значения содержания некоторых химических элементов (валовые формы Pb, Zn, Cd) группы 1 в почвах земель природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения; земель лесного и водного фонда; в почвах природных территорий, подлежащих особой и (или) специальной охране, в почвах рекреационных зон населенных пунктов, в почвах земель сельскохозяйственного назначения, в почвах земель населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов; в почвах сельскохозяйственных, жилых, общественно-деловых зон населенных пунктов, в почвах земель запаса, в почвах земель промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения; в почвах зон специального назначения, зон транспортной, инженерной инфраструктуры, производственных зон, иных территориальных зон населенных пунктов, определенных законодательством.

Работы по определению загрязнения почв химическими веществами включают выбор пробных площадок, отбор проб и проведение измерений площади контролируемых территорий, глубины загрязнения и степени деградации почвы. Это выполняется в соответствии с ТНПА в области охраны окружающей среды и методик (методов) определения, действующих на момент проведения работ. Отбор проб и проведение измерений проводятся

испытательными лабораториями (центрами), аккредитованными в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь в установленном законодательством порядке. Отбор проб проводится в любое время года, за исключением периода промерзания почвы.

Наблюдения за химическим загрязнением земель на фоновых территориях проводятся на сети пунктов наблюдений, расположенных на территориях, не подверженных антропогенной нагрузке. Сеть включает 90 пунктов наблюдений, равномерно распределенных по территории страны на достаточном удалении от источников загрязнения и расположенных, в основном, в луговых биогеоценозах с ненарушенным почвенным покровом. Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 6 лет. Ежегодно обследования проводятся на части пунктов наблюдений (от 15 до 18) таким образом, чтобы за шестилетний период наблюдениями были охвачены все 90 пунктов; они распределены по всем областям. В отобранных пробах почв определяются щелочно-кислотные условия (рН), а также содержание тяжелых металлов (кадмия, цинка, свинца, меди, никеля, хрома, мышьяка, ртути), сульфатов, нитратов, хлоридов, нефтепродуктов, бензо(а)пирена.

Под фоновой территорией понимается территория, удаленная от явных и потенциальных источников загрязнения почв, с аналогичными с обследуемой территорией гранулометрическим составом почв, категорией и видом земель, а также со сходным с обследуемой территорией растительным покровом. Для чего нужно определять фоновую концентрацию химических веществ в почве, т.е. концентрацию веществ на фоновой территории? Для того, чтобы методом сравнения определить степень загрязнения почв химическими веществами. Т.е. определение фонового содержания особенно важно для тех химических веществ, для которых отсутствуют дифференцированные нормативы и нормативы ПДК или ОДК[14].

Форма пробной площадки должна быть приближена к квадрату или прямоугольнику, но может быть произвольной в случае сложной конфигурации фоновой территории. Пробные площадки - репрезентативный участок земной поверхности, в пределах которого осуществляется отбор проб почвы.

Отбор проб на пробной площадке проводится в любое время года, за исключением периода промерзания почвы. Отбор точечных проб проводится пробоотборным инструментом из слоев почвы 0-19,9 см; 20,0-50,0 см; 50,1- 100,0 см; 100,1-150,0 см; 150,1 см и глубже с интервалами 50 см. Точечная проба формируется из всего слоя почвы в соответствующем интервале глубин; масса точечной пробы должна составлять не менее 0,2 кг. При расположении фоновой территории в охранной зоне действующих подземных газопроводов, нефтепроводов, кабелей связи, электрических кабелей, находящихся под напряжением, отбор проб с глубины 50,1 см и более проводится при наличии письменного разрешения организаций, эксплуатирующих эти подземные инженерные сети, и прилагаемого к нему плана с указанием расположения и глубины заложения инженерных сетей. Отобранные точечные пробы помещаются в контейнеры (полиэтиленовые пакеты, стеклянные банки или иные емкости) для транспортировки в испытательную лабораторию.

В лабораторных условиях из точечных проб формируется объединенная проба. Перед этим из точечных проб удаляются камни, обломки материалов техногенного происхождения (стекла, кирпича, пластика и др.), крупные остатки растительности. Объединенная проба формируется путем смешивания равных по массе долей точечных проб, отобранных на одной пробной площадке из одного слоя почвы согласно схеме отбора проб (рис. 3.30). Формирование объединенной пробы проводится путем смешивания на полиэтиленовой пленке равных долей точечных проб посредством многократного квартования. Масса объединенной пробы, предназначенной для проведения измерений, должна составлять не менее 1,0 кг. Определение гранулометрического состава почв проводится для каждой объединенной пробы методом скатывания шнура.

Должны соблюдаться требования к оформлению результатов. Отбор проб, проведение измерений и определение фоновой концентрации оформляются следующими документами: схема отбора проб; акт отбора проб; протокол проведения измерений; акт определения фоновой концентрации химического вещества в почвах. Схема отбора проб содержит информацию о местоположении и границах фоновых территорий, пробных площадок и точек отбора проб с указанием их порядковых номеров. Акт отбора проб заполняется непосредственно на месте отбора проб по установленной форме. Протокол проведения измерений оформляется при проведении измерений также по установленной форме. Акт определения фоновой концентрации химического вещества в почвах оформляется испытательной лабораторией (центром), проводящей определение фоновой концентрации. Информация о результатах определения фоновой концентрации, схема отбора проб (на бумажном носителе) хранятся в испытательной лаборатории (центре), проводившей определение фоновой концентрации, в течение 3 лет с даты отбора проб.

Оценка состояния почв производится путем сравнения полученных данных содержания загрязняющих веществ с величинами предельно допустимых концентраций или ориентировочно допустимых концентраций, значения которых приведены в нормативных документах, установленных Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

В почвах определяются величина pH, содержание нефтепродуктов, бензо(а)пирена, KCl, NO₃⁻, SO₄²⁻, а также ТМ Cd, Zn, Pb, Cu, Ni, Cr, As, Hg, которые относятся к 1 и 2 группам согласно ЭкоНиП 17.03.01-001-2020. По данным наблюдений в 2020 г. рассчитано фоновое содержание определяемых веществ в почвах. Для сравнения приведены значения ПДК (ОДК).

Результаты наблюдений за химическим загрязнением почв на фоновых территориях, свидетельствуют о том, что концентрации определяемых загрязняющих веществ значительно ниже величин ПДК (ОДК) и региональных кларков. Содержание загрязняющих веществ в почвах на фоновых территориях в 2020 г. изменилось незначительно относительно результатов прошлых лет, в связи с чем они могут быть использованы как фоновые данные для оценки уровней загрязнения почв территорий, подверженных антропогенной нагрузке (земли населенных пунктов).

Результаты наблюдений за химическим загрязнением земель на фоновых территориях свидетельствуют о том, что концентрации определяемых загрязняющих веществ близки к уровням, наблюдаемым в почвах европейской территории стран СНГ, фоновых районах стран Западной Европы и соответствуют мировым оценкам.

Наблюдения за химическим загрязнением земель в населенных пунктах осуществляются на территории 34 городов – областных центров, городов с населением 50 тыс. человек и более, а также с населением менее 50 тыс. человек, где сосредоточены крупные промышленные предприятия (Кричев, Белоозерск, Новолукомль (и зоны влияния выбросов Белозерской и Лукомской ГРЭС), Волковыск, Калинковичи, Лунинец, Костюковичи и др.). В общей сложности - 1494 пункта наблюдения, расположенные в различных функциональных зонах городов. Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 5 лет. В пробах почвы анализировались щелочно-кислотные условия (рН), определялось содержание ТМ, водорастворимых соединений (сульфатов, нитратов, хлоридов), нефтепродуктов, бензо(а)пирена, полихлорированных дифенилов (ПХД).

Оценка степени загрязнения земель (почв) в населенных пунктах осуществляется путем сопоставления полученных данных с предельно допустимыми или ориентировочно допустимыми концентрациями и фоновыми значениями. Устанавливаются минимальные, максимальные и средние значения определяемых веществ в почвах населенных пунктов, а также доля проанализированных проб почвы с содержанием определяемых веществ, превышающим ПДК (ОДК).

При отборе проб и проведении измерений выполняется территориальная привязка и нанесение границ контролируемой территории на планово-картографическую основу (топографическую карту, план местности, карту-схему и т.п.) с использованием местных ориентиров (зданий, дорог, инженерных сетей, иных сооружений, границ лесных кварталов, сельскохозяйственных полей, кварталов жилой застройки и др.). При отсутствии планово-картографической основы проводится глазомерная съемка местности с последующим составлением схемы отбора проб и нанесением границ контролируемой территории (с территориальной привязкой к местным ориентирам).

Количество пробных площадок определяется в зависимости от площади контролируемой территории в соответствии с таблицей 3.20. Количество точечных проб, отбираемых на пробной площадке, составляет не менее 5.

Отбор проб проводится на каждой пробной площадке с соблюдением следующих требований: на пробной площадке проводится отбор точечных проб методом конверта, отбор точечной пробы проводится любым пробоотборным инструментом. Точечная проба формируется из всего контролируемого слоя в соответствующем интервале глубин; масса точечной пробы должна составлять не менее 0,2 кг. Точечные пробы из контролируемого слоя с интервалом глубин 0-19,9 см отбирают ножом, шпателем, лопатой, совком или почвенным буром, из более глубоких слоев – буром. При необходимости отобрать пробы на большой

глубине используют шурфы и прикопки, из которых пробы отбирают ножом, шпателем, почвенным буром и др.

Отобранные точечные пробы помещаются в контейнеры (полиэтиленовые пакеты, стеклянные банки или иные емкости) для транспортировки в испытательную лабораторию. В лабораторных условиях из точечных проб формируется объединенная проба с соблюдением определенных требований. Допускается формирование объединенной пробы на месте отбора проб. Проведение измерений концентраций химических веществ в пробах осуществляется в соответствии с требованиями ТНПА и методик измерений, включенных в Реестр технических нормативных правовых актов и методик измерений в области охраны окружающей среды. Определение гранулометрического состава почвы (грунта) проводится для каждой объединенной пробы методом скатывания шнура. Результаты отбора проб и проведения измерений оформляются в соответствии с требованиями.

Для определения площади загрязненных территорий, глубины загрязнения и степени деградации земель (почв) устанавливаются категория и вид земель (для населенных пунктов – также территориальная зона по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов), наличие природных территорий, подлежащих особой и (или) специальной охране, в пределах которых располагается контролируемая территория. По результатам проведенных измерений, полученные значения сопоставляются с дифференцированными нормативами, при их отсутствии – с нормативами ПДК химических веществ в почвах, а при отсутствии этих нормативов – с показателями фоновых концентраций. Определение площади загрязненных территорий, глубины загрязнения и степени деградации земель (почв) проводится в следующей последовательности: готовится плано-картографическая основа для каждого контролируемого слоя; на плано-картографическую основу наносятся границы контролируемой территории (в масштабе), границы и порядковые номера пробных площадок (точек отбора проб). На каждой пробной площадке для каждого контролируемого слоя указывается превышенного порогового значения по дифференцированному нормативу; при отсутствии для химического вещества дифференцированных нормативов – кратности превышения ПДК или кратности превышения фоновой концентрации. Определяется степень деградации земель (почв) на каждой пробной площадке (для каждого контролируемого слоя) и рассчитывается площадь загрязненных территорий с различной степенью деградации земель (почв).

Определение степени деградации земель (почв) проводится в соответствии с разработанной методикой. Результаты определения площади загрязненных территорий, глубины загрязнения и степени деградации земель (почв) оформляются в соответствии с требованиями.

Результаты отбора проб и проведения измерений оформляются с использованием документов: схема отбора проб; акт отбора проб; протокол проведения измерений; сводная ведомость результатов проведения измерений концентрации химических веществ в пробах. Схема отбора проб содержит

масштаб; местоположение и границы контролируемой территории; местоположение пробных площадок и точек отбора проб с указанием их порядковых номеров. Акт отбора проб заполняется лицом, проводящим данную работу, непосредственно на месте отбора проб по установленной форме. Протокол проведения измерений и сводная ведомость оформляются также в соответствии с формой. Результаты определения площади загрязненных территорий, глубины загрязнения и степени деградации земель (почв) оформляются территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды в соответствии с установленной формой для каждого контролируемого слоя.

Оценка степени загрязнения земель (почв) в населенных пунктах осуществляется путем сопоставления полученных данных с дифференцированными нормативами, ПДК (ОДК) или фоновыми значениями.

Данные наблюдений свидетельствуют о том, что в почвах населенных пунктов, обследованных в 2020 г., не зарегистрировано превышений ПДК по нитратам. Средние значения нитратов находятся на уровне 0,03-0,15 ПДК. Максимальное значение наблюдалось в Слуцке и Рогачеве и соответствовало 0,4 ПДК.

Для почв всех населенных пунктов можно проследить временную динамику изменения содержания загрязняющих веществ. Предыдущие циклы наблюдений в этих городах проводились в 2015 г. (в Могилеве в 2016 г., Речице – 2014 г., Полоцке – 2012 г.) и 2010 г. (Могилеве – 2011 г., Речице – 2009 г., Полоцке – 2008 г.). В Рогачеве предыдущие наблюдения проводились только в 2015 г. Во всех городах за этот период превышения ПДК по нитратам не наблюдались.

Значения, превышающие ПДК по нефтепродуктам в почвах, отмечены во всех обследованных в 2020 г. населенных пунктах, кроме Речицы (рисунок 3.33). Наибольшие площади загрязнения характерны для Могилева, Полоцка и Жодино. Средние значения содержания нефтепродуктов в почвах находятся на уровне 0,4-0,8 ПДК. Максимальные значения зарегистрированы в Полоцке, Могилеве и Рогачеве на уровне 4,4 ПДК, 3,4 ПДК и 2,2 ПДК соответственно. Значительные превышения максимальных значений над ПДК (от 1,1 до 4,6 ПДК) характерны в разные годы наблюдений для всех обследованных городов, особенно для Полоцка и Могилева.

Превышение ПДК сульфатов в 2020 г. до 1,1 ПДК отмечено в Могилеве, Полоцке и Слуцке (рисунок 3.34). Средние значения содержания сульфатов в почве городов соответствуют 0,2-0,5 ПДК. За период с 2010 г. превышение значений ПДК по максимальным концентрациям сульфатов установлено в почвах всех городов, кроме Жодино и Рогачева. В отдельных пробах превышение значений содержания сульфатов в почвах в разные годы наблюдалось от 1,1 ПДК до 1,9 ПДК. Среднее содержание сульфатов в почвах городов в годы наблюдения не превышало 0,7 ПДК.

Содержание в почвах (ПХД) во всех обследованных населенных пунктах в 2020 г. наблюдалось ниже предела обнаружения, за исключением Могилева, где его среднее содержание составило 0,1 ПДК, а максимальное – 0,6 ПДК.

Анализ загрязнения городских почв тяжелыми металлами (общее содержание) показал, что наибольшее количество проб с превышением ПДК (ОДК) характерно для цинка, свинца и кадмия. Превышения ПДК свинца в 2020 г. выявлены в трех городах (13,3 % проанализированных проб в Полоцке, 11,9 % в Могилеве и 6,7 % в Речице), при максимальном содержании 2,5 ПДК в почвах Могилева, 2,0 ПДК – Полоцка и 1,8 ПДК – Речицы. Среднее содержание свинца в почвах населенных пунктов находится на уровне 0,2-0,6 ПДК (рис 3.35).

Сравнение данных с 2010 г. показало превышение значений ПДК по максимальным значениям свинца в почвах всех городов, кроме Жодино. В отдельных пробах содержание свинца в почвах в разные годы наблюдалось от 0,4 ПДК до 4,6 ПДК. Стабильно неблагоприятная ситуация наблюдается в Могилеве и Полоцке. Средние значения концентраций свинца в почвах в разные годы наблюдений во всех населенных пунктах не превышали уровня 0,6 ПДК.

Загрязнение почв цинком в 2020 г. характерно только для Слуцка (на 40% площади обследованной территории). Максимальное содержание цинка в почве Слуцка на уровне 2,1 ОДК. Среднее содержание цинка в почвах населенных пунктов находится на уровне 0,3-0,9 ОДК (рис. 3.36).

Сравнение данных за период 2010-2020 г.г. выявило стабильное превышение содержания цинка по сравнению с ОДК в почвах всех городов, кроме Жодино. Наибольшее загрязнение почв цинком наблюдается в Могилеве, максимальное содержание цинка в почве отмечено на уровне 13,4 ОДК.

Превышение ОДК меди в обследованных в 2020 г. населенных пунктах зарегистрировано только в Жодино на уровне 2,3 ОДК (рис. 3.37). Среднее содержание меди в почвах населенных пунктов находится на уровне 0,1-0,4 ОДК.

Сравнение данных за предыдущие годы наблюдений показало превышение ОДК по содержанию меди в почвах двух городов. Максимальное содержание меди на уровне 1,1-2,3 ОДК наблюдалось в Жодино и Полоцке. Средние значения концентраций меди в почвах в разные годы наблюдений во всех населенных пунктах не превышали уровня 0,4 ОДК.

Превышение ОДК по кадмию в обследованных населенных пунктах в 2020 г. зарегистрировано в Могилеве и Слуцке на уровне 1,6 ОДК и 1,4 ОДК соответственно (рис. 3.38). Среднее содержание кадмия в почвах населенных пунктов находится на уровне 0,1-0,3 ОДК.

Сравнение данных за предыдущие годы наблюдений выявило превышение ОДК по содержанию кадмия в почвах трех городов. Максимальное содержание кадмия на уровне от 1,9 ОДК до 1,1 ОДК наблюдалось в Могилеве, Полоцке и Слуцке. Среднее содержание кадмия в почвах населенных пунктов находится на уровне 0,2-1,0 ОДК.

Превышений ОДК по никелю в почвах населенных пунктов в 2020 г. не зарегистрировано (рис. 3.39). Средние значения находятся на уровне 0,2-0,3 ОДК. За предыдущие годы наблюдений в обследуемых населенных пунктах превышение ОДК по содержанию никеля было выявлено в Полоцке на уровне 1,1 ОДК. В других городах максимальное содержание никеля не превышало уровня 0,6-0,7 ОДК. Средние значения находятся на уровне 0,1-0,4 ОДК.

Превышения ПДК по хрому в 2020 г. не зарегистрированы ни в одном из городов. Максимальное содержание хрома в пробе почвы зарегистрировано в Могилеве на уровне 0,5 ПДК.

Превышений ПДК по ртути не зарегистрировано. Максимальное содержание ртути в почве выявлено в Могилеве и находится на уровне 0,3 ПДК.

Таким образом, на территориях населенных пунктов, обследованных в 2020 г., наблюдались локальные участки (аномалии) с высокими значениями (выше ПДК/ОДК) содержания сульфатов (Могилев, Слуцк, Полоцк), нефтепродуктов (Полоцк, Могилев, Рогачев, Жодино, Слуцк), свинца (Могилев, Полоцк, Речица), цинка (Слуцк), меди (Жодино), кадмия (Могилев, Слуцк, Полоцк). Также для почв обследованных населенных пунктов характерно превышение значений фоновых концентраций по всем определяемым веществам, что подтверждает факт накопления техногенных загрязняющих веществ в верхних горизонтах городских почв.

Наблюдения за химическим загрязнением земель в придорожных полосах автомобильных дорог проводятся на 92 пунктах наблюдения в зонах влияния автомобильных дорог республиканского значения с разной интенсивностью движения транспортных средств и продолжительностью эксплуатации дорог не менее 20 лет. Пункты наблюдения объединены в 23 почвенных профиля, заложенные на открытых пространствах (без зеленых защитных изгородей) в луговых биогеоценозах с равнинным рельефом и однородным почвенным покровом (без выраженного микрорельефа) перпендикулярно полотну автодороги. Отбор проб осуществляется на расстоянии 5, 10, 25 и 75 м от полотна автодороги.

Наблюдения за почвами придорожных полос автодорог проводятся с периодичностью раз в пять лет. В последний раз наблюдения проводились в 2016 году на 22 почвенных профилях, различающихся интенсивностью движения транспортных средств от 696 до 16926 автомобилей в сутки. В пробах почв определялось содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов, сульфатов, нитратов и бензо(а)пирена. Для проведения статистического анализа профили были сгруппированы в три интервала по интенсивности движения транспорта.

Зависимость степени загрязнения почв от интенсивности движения транспорта прослеживается для свинца – загрязняющего вещества 1-го класса опасности (рис. 3.40). Так, его содержание в почве возрастает в среднем на 6–40% с увеличением интенсивности движения транспорта от 1 до 16 тысяч автомобилей в сутки. Подобная зависимость также прослеживается для кадмия, меди и нитратов.

Прослеживается тенденция уменьшения содержания техногенных веществ в почвах по мере удаления от полотна автодороги (обратную зависимость демонстрируют нитраты). Основными загрязняющими веществами придорожных почв являются нефтепродукты и бензо(а)пирен. Значения, превышающие ПДК по нефтепродуктам, зарегистрированы в 12 из 22 почвенных профилей, на всем исследованном расстоянии от полотна автодорог с разной интенсивностью движения транспорта. Наибольшие значения характерны для полосы в 10 м (7,2 ПДК). Определение бензо(а)пирена проводилось на

расстоянии 25 и 75 м от автодорог. Превышения ПДК зафиксированы на пяти профилях. Максимальное значение соответствует 2,1 ПДК. Превышений ОДК по тяжелым металлам, а также нитратам и сульфатам в пробах почв придорожных полос автодорог не зарегистрировано.

Мониторинг земель, занятых дорогами и транспортными коммуникациями, актуален в настоящее время. При всех своих позитивных аспектах транспортная инфраструктура вносит значительный вклад в негативное воздействие на окружающую среду: загрязняет прилегающие к дорогам территории химическими веществами, обедняет и частично уничтожает биологическое разнообразие.

Анализ изменения состава, структуры и состояния земельных ресурсов позволяет выделить некоторые сложившиеся тенденции. Одной из основных устойчивых многолетних тенденций является уменьшение площади сельскохозяйственных земель и увеличение площади, занятой лесными землями и землями под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями). Последние 30 лет наблюдается устойчивая тенденция постепенного сокращения площади земель под болотами (на 19,5 % по сравнению с 1992 г.). Выявлена многолетняя тенденция уменьшения площади земель общего пользования. При этом наблюдается ежегодный небольшой, но постоянный рост площади земель под застройкой (за последние 30 лет почти в 3 раза). Если в ближайшем будущем сохранятся сложившиеся многолетние тенденции и основные факторы, на них влияющие, то в соответствии с экстраполяционным среднесрочным прогнозом к 2025 г. может уменьшиться площадь сельскохозяйственных земель на 130-150 тыс. га, земель под болотами – на 30-40 тыс. га, земель общего пользования – на 10-20 тыс. га. Увеличиться к 2025 г. может площадь лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью – на 140-160 тыс. га, под дорогами иными транспортными коммуникациями – на 5-10 тыс. га, земель под застройкой – на 30- 50 тыс. га. Площадь земель природного каркаса может увеличиться на 140-160 тыс. га.

Данные наблюдений за химическим загрязнением земель на фоновых территориях за период с 2000 г. по 2020 г. позволяют сделать вывод, что содержание загрязняющих веществ в почвах на фоновых территориях вне населенных пунктов значительно ниже значений ПДК (ОДК) и не превышали их. Прослеживается тенденция снижения содержания нитратов в почвах на фоновых территориях. При сохранении существующих факторов и наблюдаемых тенденций можно прогнозировать, что в среднесрочном периоде для фоновых территорий уровень содержания загрязняющих веществ не будет превышать значений ПДК (ОДК).

Данные, полученные на пунктах наблюдений в населенных пунктах, свидетельствуют о значительных техногенных нагрузках на почвы, вызванных накоплением загрязняющих веществ в почвах центральных частей городов, где велико влияние автотранспорта и сосредоточены промышленные предприятия. Полученные данные указывают на неоднородность распределения загрязняющих веществ по функциональным зонам и индивидуальны для каждого города. Основными загрязнителями почв в населенных пунктах

являются нефтепродукты и тяжелые металлы (цинк, свинец). Прослеживается тенденция уменьшения среднего содержания некоторых тяжелых металлов (цинк, медь, кадмий) в почвах большинства обследованных городов в последние 5-10 лет. При существующих в настоящее время объемах и уровнях загрязнения через атмосферные выпадения от промышленных и транспортных источников, складирование и сжигание бытовых и промышленных отходов, отходов ландшафтной уборки территории, содержание наблюдаемых тяжелых металлов в почвах обследованных городов стабилизируется в среднем на уровне 0,1-0,7 ПДК (ОДК). Помимо участков локального загрязнения, приуроченных, главным образом, к крупным промышленным предприятиям неравномерность загрязнения почвенного покрова городов приводит к появлению случайных, непрогнозируемых участков химического загрязнения за счет ливневого стока.

Негативной тенденцией является усиление дефляционной опасности для почв объектов наблюдений за компонентным составом почвенного покрова и интенсивностью ветровой эрозии осушенных почв. Это может быть показателем ухудшения общего состояния осушенных почв Беларуси. При сохранении существующих тенденций климатических изменений и интенсивности использования земель может наблюдаться продолжение ухудшения свойств дефляционноопасных почв.

Сохранение почвенного покрова земель и их рациональное использование являются одним из приоритетных направлений политики устойчивого развития и обеспечения экологической безопасности нашего государства. Деградация земель, а также химическое и биологическое загрязнение почв признаны, в том числе, одними из основных угроз национальной безопасности. Актуальность вопросов деградации земель отмечена в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. Поэтому приняты основные целевые показатели для предотвращения дальнейшего развития земельных деградационных процессов. [13]. В соответствии с ними:

- площадь земель, подверженных водной и (или) ветровой эрозии, к 2020 и далее к 2030 г. должна составлять не более 550 тыс. га;
- площадь деградированных осушенных земель с торфяными почвами к 2020 году должна составлять не более 200 тыс. га, к 2030 году – не более 190 тыс. га;
- доля средостабилизирующих видов земель (естественных луговых, лесных земель, земель под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями), под болотами, под водными объектами) к 2020 году составила не менее 57 процентов от площади страны, к 2030 году – не менее 60 процентов от площади страны;
- площадь, на которой проведена экологическая реабилитация выработанных площадей торфяных месторождений и нарушенных болот, к 2020 году должна составлять не менее 55 тыс. га, к 2030 году – не менее 60 тыс. га;
- средний уровень гумуса в почвах пахотных земель должен составлять к 2020 году не менее 2,23 процента, к 2030 году – не менее 2,23 процента;

- общая пестицидная нагрузка на почвы должна составлять к 2020 году не более 2,7 кг пестицидов на 1 га пашни, к 2030 году – не более 2,5 кг пестицидов на 1 га пашни. Выполнение указанных показателей позволит достичь нулевого прироста деградации земель.

Сравнение НСМОС Беларуси с аналогичными системами зарубежных стран позволяет оценить уровень развития отечественной системы мониторинга земель. Беларусь имеет достаточно разветвленную сеть мониторинговых наблюдений за состоянием земель и почв, превышающую по плотности мониторинговые сети, созданные в странах дальнего и ближнего зарубежья.

Существующие системы мониторинга окружающей среды, действующие в рамках международных программ на национальном уровне, в значительной степени отличаются друг от друга и зависят от природных условий различных стран. В большинстве национальных проектов мониторингу земель уделяется особое внимание. В Канаде проведена полная инвентаризация земель с оценкой плодородия. Канадский центр дистанционного зондирования (CCRS) в числе первых создал и использует географическую информационную систему (ГИС), позволяющую отслеживать тенденции глобальных изменений окружающей среды и вести кадастровый учет и оценку земельных ресурсов. В Швеции все программы мониторинга окружающей среды базируются на изучении эталонных территорий, представленных характерными для Скандинавии лесными землями и опытными полями. Результаты исследований анализируются и служат основой для рекомендаций по использованию земель. В США мониторингом земель занимается Агентство по защите окружающей среды, которое проводит научные исследования, разрабатывает рекомендации по охране природы, распределяет разрешения на природопользование и др. Национальная служба охраны почв США осуществляет сбор наземных данных и формирует базы данных съемки земель. Мониторинг земель в Германии опирается в основном на данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В рамках мониторинга земель территориальные органы собирают данные о состоянии компонентов природной среды и их изменениях. В Российской Федерации хорошо организован мониторинг земель сельскохозяйственного назначения, выполняемый Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), которая с определенной периодичностью наземными и аэрокосмическими методами выявляет особенности состояния земель, а также дает оценку степени изменения почв и растительности. Мониторинг почвенного покрова, как часть земельного, также имеет определенные различия в разных странах. На развитие мониторинга почвенного покрова и выбор индикаторов его состояния в Европе значительное влияние оказали различного рода директивы Европейского Союза – о допустимых концентрациях тяжелых металлов, о нитратах, о контроле отходов производства,

применении стоков и отходов на сельскохозяйственных землях и другие. Наиболее популярные показатели (индикаторы), которые используются почти во всех странах Европы: общий углерод, макроэлементы, тяжелые металлы, нитраты, рН, гранулометрический состав, емкость катионного обмена [3].

В мониторинге почв наиболее объективным эталоном является целинная, желательна заповедная почва, в которой антропогенное влияние исключено либо минимизировано. Наблюдения за параметрами такой почвы составляют суть фонового мониторинга. В европейских странах фоновый мониторинг за редкими исключениями не осуществляется. В качестве нулевой отметки принимаются параметры, полученные в первом туре мониторинга (Швеция и Австрия), либо используют обобщенные материалы предыдущих обследований почвенного покрова (Бельгия, Венгрия, Словакия). В качестве фона используется кларк – среднее содержание химического элемента в земной коре (породе). В Беларуси на фоновых территориях проводятся наблюдения за химическим загрязнением земель.

В практике европейских стран используют два способа размещения наблюдательных площадок мониторинга почвенного покрова – регулярный и нерегулярный. Первый из них используют в Австрии (первый тур измерений провели в сети из нескольких тысяч постоянных площадок с расстоянием между ними в 11 км, а в некоторых регионах 4 км и даже 1 км), Румынии (960 площадок в узлах сети 16×16 км), Франции (2100 площадок в узлах сети 16×16 км), Швеции (24000 площадок с различными расстояниями между ними в зависимости от рельефа). Вторым способом используют в Норвегии и Великобритании (по 13 площадок), Италии (27 площадок), Германии (около 800 площадок), Чехии (257 площадок). Вторым способом предполагает репрезентативное (пропорциональное) отражение в оценках состояния почв топографических, климатических и хозяйственных особенностей территории. В Беларуси также используется второй способ. Согласно стандарту ЕС выбор способа формирования сети мониторинговых площадок в каждой стране осуществляется исходя из собственного опыта проведения мониторинговых наблюдений.

Европа и Центральная Азия характеризуются разнообразными почвами и процессами деградации. В Западной Европе общая стратегия направлена на поддержание интенсивного сельского хозяйства с соблюдением необходимых почвозащитных мероприятий. Восточная Европа, Россия, Турция характеризуются высокими темпами интенсификации сельского хозяйства с чрезмерной эксплуатацией самых плодородных почв и отказом от менее продуктивных земель. В Центральной Азии и на Кавказе наблюдается высокий уровень деградации почв, связанный с особенностями природных условий,

изменениями климата и антропогенным воздействием. Интенсификация сельскохозяйственного производства и чрезмерная эксплуатация почв способствуют увеличению темпов эрозии почв, потере органического вещества и уплотнению. В России 26 % площади сельскохозяйственных земель (51 млн га) подвержены среднему и высокому уровню водной эрозии. В Украине около трети сельскохозяйственных земель (14,4 млн га) затронуты водной и ветровой эрозией. В Молдове треть пахотных земель страдают от водной эрозии (840 тыс. га). В Турции 79 % от общей площади страны (61,3 млн. га) подвержены эрозии.

Характерной формой деградации современных сельскохозяйственных земель является потеря органического вещества. В России более 56 млн. га сельскохозяйственных земель характеризуются снижением содержания органического вещества. В Украине на площади 18,4 млн. га, а в Молдове – более 1 млн га наблюдается та же тенденция. В Турции около 70 % сельскохозяйственных земель имеют более низкий уровень содержания органического вещества, чем естественные почвы

Полный курс лекций приведен в пособии «Мониторинг земель» : учебное пособие / Л.И. Смыкович [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/298141>. – дата доступа 16.11.2023.

Презентации лекций по дисциплине «Мониторинг земель» доступны на сайте факультета географии и геоинформатики БГУ [электронный ресурс] . – Режим доступа: <https://edugeo.bsu.by/mod/folder/view.php?id=16928> – Дата доступа 16.11.2023.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Практические работы

Задание 1. Анализ пространственно-временной структуры земельного фонда административно-территориальной единицы Республики Беларусь

Цель: Изучить пространственно-временную дифференциацию земельного фонда Беларуси на примере административно-территориальной единицы.

Для реализации цели решить следующие **задачи:**

1. Изучить объект исследования (см. вариант);
2. Продумать методику пространственно-временного анализа земельного фонда АТЕ;
3. Выбрать методы исследования;
4. Выполнить анализ пространственно-временной структуры земельного фонда АТЕ;

5. Оформить результаты исследования в виде тезисов и презентации. Выступить с сообщением по теме исследования на семинаре.

Рекомендуемые **методы исследования:** сравнительно-географический, метод сопряженного анализа, картографический, векторный ГИС-анализ, элементарный векторный пространственный ГИС- анализ, метод анимации и др.

Время на выполнение – 6 часов.

Выполнение задания:

1. Ознакомиться с документом «Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2023 г.)» (пути поиска документа Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь / Главная / Деятельность / Земельные отношения / Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь или Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь [электронный ресурс] – Режим доступа: http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/. – Дата доступа: 16.11.2023.).

Сборник «Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь» (по годам) составлен Государственным комитетом по имуществу Республики Беларусь по данным отчетов о наличии и распределении земель (форма 22 – зем) по областям и г. Минску.

Сборник состоит из двух разделов. Раздел первый «Наличие и распределение земель по их видам и категориям землепользователей» включает данные о наличии и распределении земель по видам и подвидам земель и категориям землепользователей.

Раздел второй «Другие сведения по характеристике и использованию земель» включает данные о наличии сельскохозяйственных земель, предоставленных для ведения сельского хозяйства, в том числе в исследовательских и учебных целях, для ведения подсобного хозяйства, а также для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства (по годам). Также в этом разделе содержится информация о наличии осушенных и орошаемых сельскохозяйственных земель, в т.ч. по районам и по годам; о землях граждан,

предоставленных для садоводства, дачного строительства и огородничества (по годам); о наличии и распределении земель по районам.

2. Выполнить анализ **пространственно-временной структуры земельного фонда**. Исследование базируется на материалах пространственного анализа земельного фонда АТЕ, выполненного в рамках дисциплины «Земельный кадастр». В рамках данного задания нужно брать тот же вариант, который выполнялся при анализе пространственной структуры земельного фонда АТЕ по земельному кадастру и дополнить его временной составляющей, используя многолетние данные разделов 1 и 2. Ниже приведены варианты заданий. В каждом варианте есть части «а» и «б». В задании части «а» предлагается проанализировать перераспределение земельного фонда для определенного вида (группы видов) земель, категорий землепользователей в целом по стране. Для этого используются данные раздела 1.

В задании части «б» необходимо проанализировать пространственно-временную дифференциацию земельного фонда определенной АТЕ с использованием данных раздела 2 (стр. 38-55). Строки, графы, страницы даны применительно к документу «Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2022 года)» Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь [электронный ресурс] – Режим доступа: http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr. – Дата доступа: 16.11.2023.)

Вариант 1: а) по видам земель Республики Беларусь (стр. 5-8: строка 25 (графы 2-7, 12, 15, 17-18, 20-24, 28, 34); стр. 28);

б) восточная половина Витебской области.

Вариант 2: а) по видам земель Республики Беларусь (стр. 5-8: строка 25 (графы 2-7, 12, 15, 17-18, 20-24, 28, 34); стр. 28);

б) западная половина Витебской области.

Вариант 3: а) по категориям землепользователей (стр. 5-8: графа 2-8, 12);

б) восточная половина Могилёвской области.

Вариант 4: а) по категориям землепользователей (стр. 5-8: графа 2-8, 12);

б) западная половина Могилёвской области.

Вариант 5: а) по категориям землепользователей (стр. 5-8: графа 2-7, 12, 15);

б) восточная половина Гродненской области.

Вариант 6: а) по категориям землепользователей (стр. 5-8: графа 2-7, 12, 15);

б) западная половина Гродненской области.

Вариант 7: а) по землям с/х организаций и крестьянских хозяйств (стр. 5-8: строки 1, 3; стр. 9, 10); б) восточная половина Минской области.

Вариант 8: а) по землям с/х организаций и крестьянских хозяйств (стр. 5-8: строки 1, 3; стр. 9, 10); б) западная половина Минской области.

Вариант 9: а) по землям граждан (стр. 5-8: строка 4; стр. 11-13); б) восточная половина Брестской области.

Вариант 10: а) по землям граждан (стр. 5-8: строка 4; стр. 11-13); б) западная половина Брестской области.

Вариант 11: а) по землям организаций, ведущих лесное хозяйство, а также природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения (стр. 5-8: строки 18, 20; стр. 24-25); б) восточная половина Гомельской области.

Вариант 12: а) по землям организаций, ведущих лесное хозяйство, а также природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения (стр. 5-8: строки 18, 20; стр. 24-25); б) западная половина Гомельской области.

Вариант 13: а) по землям промышленных организаций, организаций ж/д и автомобильного транспорта, вооруженных сил, энергетики, связи, строительства и др. (стр. 5-8: строки 12-15, 17 (графы 1, 2, 12, 15, 17); стр. 19 – 23); б) восточная половина Витебской области.

Вариант 14: а) по землям промышленных организаций, организаций ж/д и автомобильного транспорта, вооруженных сил, энергетики, связи, строительства и др. (стр. 5-8: строки 12-15, 17 (графы 1, 2, 12, 15, 17); стр. 19 – 23); б) западная половина Витебской области.

Вариант 15: а) по видам земель (строки 1, 3, 4, 20 (графы 42-48); стр. 28); б) восточная половина Гомельской области.

Вариант 16: а) по видам земель (стр. 5-8: строки 1, 3, 4, 20 (графы 42-48); стр. 28); б) западная половина Гомельской области.

Вариант 17: а) по землям организаций ж/д и автомобильного транспорта (стр. 5-8: строки 13-14; стр. 20-21); б) восточная половина Минской области.

Вариант 18: а) по землям организаций ж/д и автомобильного транспорта (стр. 5-8: строки 13-14; стр. 20-21); б) западная половина Минской области.

Вариант 19: а) по землям граждан (стр. 5-8: строка 4; стр. 11-13); б) восточная половина Могилевской области.

Вариант 20: а) по землям граждан (стр. 5-8: строка 4; стр. 11-13); б) западная половина Могилевской области.

При анализе временной составляющей динамики земельного фонда необходимо взять 3 разновременных среза: 2014 г, 2018 и 2022/2023 г.г.

3. Методика исследования.

При выборе методов исследования желательно совмещать картограммы, диаграммы, построенные в абсолютных и относительных единицах. Например, картограмму пространственной дифференциации пахотных земель (части) области можно дополнить диаграммой распаханности этой же территории, как представлено на рисунке. И тогда анализ картограммы позволяет установить пространственные особенности распределения пашни по территории области: наибольшие площади пахотных земель сосредоточены в Барановичском и Пружанском районах (центры АТЕ на картограммах нужно подписывать). Большая часть районов имеет площадь пахотных земель от 50 до 75 тыс. га. А, например, Жабинковский район – самый маленький по площади – при небольшой площади пахотных земель (чуть более 30 тыс.га) имеет самую высокую в Брестской области распаханность территории, превышающую 45 %, что видно из диаграммы.

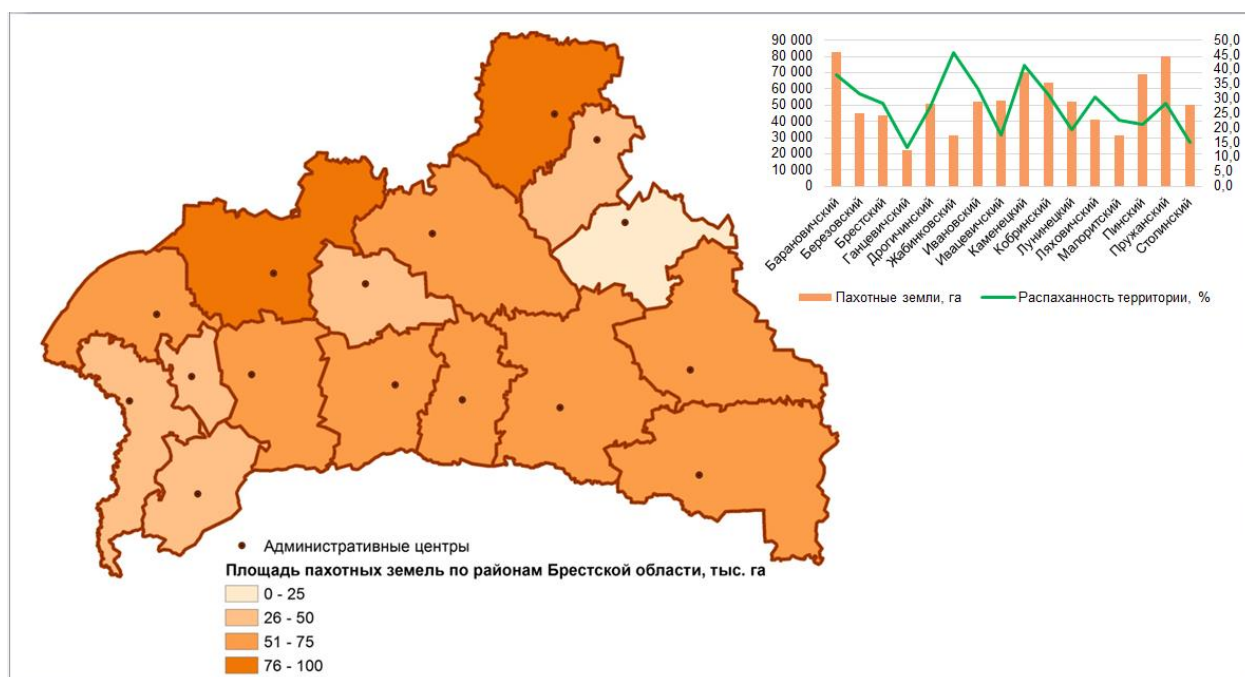


Рисунок - Пример совмещения картограммы и диаграммы, характеризующих структуру пахотных земель Брестской области

Важно проанализировать административные районы по площади, по отдельным видам земель и проследить важнейшие временные тенденции в перераспределении земельного фонда. Попытаться сопоставить в одном районе разные виды земель, например, лесные, под древесно-кустарниковой растительностью и сельскохозяйственные. Это поможет установить

определенные причинно-следственные связи, заключающиеся в объяснении низкой распаханности территории высокой ее лесистостью и т.д. При объяснении причин важно привлекать информацию о плодородии почв, об исторических особенностях развития территории и др. Надо пытаться получить комплексную характеристику пространственно-временных особенностей структуры земельного фонда АТЕ, региона, где были бы видны исторические и природные связи между различными видами земель.

При моделировании желательно использовать весь арсенал известных студентам аналитических средств (в том числе – ГИС). Это позволит углубить и расширить анализ, получить корректные выводы.

4. Выполнить анализ созданных моделей. Установить важнейшие особенности пространственно-временной дифференциации земельного фонда (его части) АТЕ. Изложить их в тезисной форме в отчете по работе. Создать презентацию. Выступить с сообщением и обсудить результаты работы на семинаре. Прикрепите отчет и презентацию в Moodle «Мониторинг земель» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edugeo.bsu.by/mod/assign/view.php?id=1107> . – Дата доступа: 20.11..2023.

Рекомендации по выполнению работы: эта работа с креативным компонентом: студенты сами выбирают объём материала, который может быть проанализирован за 6 часов, сами выбирают методы исследования. Главное, чтобы работа была наполненной, насыщенной анализом, с интересными выводами. Всё вышеперечисленное, а также оригинальность методики исследования будет учитываться при оценивании. Поэтому желательно не копировать приемы и методы своих коллег. Они, конечно, будут повторяться, скажем, круговые диаграммы или картограммы, но нужно избегать полной аналогии в методике исследования. Можно взять один район, но проанализировать его исчерпывающим образом. Можно взять всю область, посмотреть динамику для одного вида земель и дать объяснение пространственно-временным особенностям дифференциации. Поэтому главное пожелание: делайте то, что вам интересно, но в рамках предложенного алгоритма.

Задание 2. Пространственно-временной анализ загрязнения почв городов тяжелыми металлами.

Цель практической работы: С использованием всего спектра аналитических методов получить основные пространственно-временные характеристики химического загрязнения почвенного покрова города.

Время на выполнение – 6 часов.

Исходные данные:

1. Результаты НСМОС химического анализа проб почвы, отобранных в городах Беларуси за 2007, 2011, 2015, 2016 г.г. (<https://edugeo.bsu.by/mod/assign/view.php?id=1106>)
2. Кларки элементов в земной коре по Виноградову А.П. (1962) и кларки почв Беларуси.
3. ПДК (ОДК) элементов и соединений.

Ход выполнения работы.

1. Из данных, предложенных преподавателем, выбрать город (количество анализируемых точек 30-50), для которого будет выполняться пространственно-временной анализ загрязнения почв тяжелыми металлами .
2. Выбрать элементы-загрязнители.
3. Составить моноэлементную карту пространственного распределения элемента в почвенном покрове города в среде ArcGIS.
4. Рассчитать кларки концентрации элемента в почвенном покрове города по [2, 1].
5. Представить рассчитанные данные в виде диаграмм и (или) картограмм.
6. Рассчитать коэффициенты концентрации элементов в почвенном покрове города по отношению к среднему химическому составу почв Беларуси по [2, 3].
7. Представить рассчитанные данные в виде диаграмм и (или) картограмм.
8. Сравнить ПДК/ОДК элемента с его содержанием в почвах города.
9. Результаты сравнения представить в виде модели (по выбору).
10. Проанализировать полученные результаты.
10. Основные выводы тезисно оформить в дос.- файле (до 2 стр.).
11. Подготовить презентацию по итогу работы.
12. Выступить с докладом на семинаре.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Перечень тестов и контрольных заданий

Тесты и контрольные задания проводятся в течение семестра по следующим темам:

1. Теоретические основы мониторинга земель.
2. Национальная система мониторинга окружающей среды.
3. Современное состояние почвенно-земельных ресурсов.
4. Мониторинг земельного фонда.
5. Мониторинг техногенного загрязнения земель.
6. Оценка, научное обобщение результатов мониторинга земель и их использование.

Примеры тестовых заданий.

1. Этимология слова «мониторинг»:
 - a. тот, кто напоминает; советник; надсмотрщик
 - b. тот, кто отслеживает
 - c. тот, кто наблюдает, видит
 - d. наблюдение, оценка, прогноз
2. Понятие «мониторинг окружающей среды» было впервые введено
 - a. на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г.
 - b. на симпозиуме в г. Орхус в 1998 г.
 - c. на Саммите Земли в Рио-де-Жанейро в 1992 г.
3. По состоянию на 2022 г. назовите две доминирующие по площади категории земель
 - a. земли сельскохозяйственных организаций
 - b. земли сельскохозяйственного назначения
 - c. земли лесного фонда
 - d. земли водного фонда
 - e. земли под постоянными культурами
4. В мировом рейтинге по индексу экологической эффективности Беларусь входит с первые 50 стран (по состоянию на 2020 г)
 - a. верно/ неверно
5. Сколько видов мониторинга включает НСМОС?
 - a. 15
 - b. 1
 - c. 13
 - d. 7
7. НСМОС включает
 - a. мониторинг радиационный
 - b. мониторинг локальный
 - c. мониторинг поверхностных вод
 - d. мониторинг поверхностных и подземных вод

- e. мониторинг отходов
- f. мониторинг озонового слоя
- 8. Среди сельскохозяйственных почв преобладают
 - a. дерново-подзолистые заболоченные почвы
 - b. торфяно-болотные почвы
 - c. дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные почвы
- 9. Площадь пахотных земель составляет
 - a. 4.5 млн. га
 - b. 5,7 млн. га
 - c. 9 млн. га
- 10. Площадь земель с/х назначения составляет
 - a. 9 млн. га
 - b. 900 тыс. га
 - c. 8 млн. га
 - d. 7 млн. га
- 11. Дегradированные торфяные почвы относятся к типу
 - a. антропогенно-преобразованные
 - b. торфяно-болотные
 - c. пойменные дерновые и дерновые заболоченные
- 12. Наиболее плодородными среди минеральных являются
 - a. супесчаные, подстилаемые суглинками
 - b. связносупесчаные почвы
 - c. легко-и среднесуглинистые почвы
 - d. торфяно-болотные
 - e. глинистые почвы
- 13. Самыми распространенными по гранулометрическому составу среди сельскохозяйственных земель являются
 - a. связнопесчаные почвы
 - b. суглинистые почвы
 - c. супесчаные почвы
 - d. торфяные почвы
- 14. Назовите виды и типы деградации земель
 - a. деструктуризация
 - b. профильная
 - c. подщелачивание
 - d. дефляционная
- 15. Наибольшие площади с/х земель, подверженных водной эрозии, находятся в
 - a. Мстиславском районе
 - b. Бобруйском районе
 - c. Новогрудском районе
 - d. Горецком районе
- 16. Основными загрязнителями почв являются
 - a. рассолы подземных вод
 - b. нитраты

- c. нефтепродукты
 - d. тяжелые металлы
17. К элементам 1 класса опасности относятся
- a. Hg
 - b. Pb
 - c. Cd;
 - d. Ti
 - e. Sr
18. Мониторинг земель проводится по направлениям:
- a. мониторинга земельных ресурсов
 - b. наблюдения за бонитировкой почв
 - c. наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов
 - d. наблюдения за состоянием почвенного покрова земель
19. [НСМОС](#) включает
- a. мониторинг локальный
 - b. мониторинг лесов
 - c. мониторинг озонового слоя
 - d. мониторинг поверхностных и подземных вод
 - e. мониторинг радиационный
20. Мониторинг техногенного загрязнения почв является:
- a. направлением мониторинга земель
 - b. составной частью мониторинга почв
 - c. видом мониторинга [НСМОС](#)

3.2 Вопросы к зачету по дисциплине

1. Законодательная основа проведения мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь.
2. Организация и структура национальной системы мониторинга окружающей среды Республике Беларусь.
3. Понятие «мониторинг окружающей среды».
4. Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды»
5. Нормативы качества окружающей среды.
6. Национальная система мониторинга окружающей среды: организация и структура.
7. Виды мониторинга НСМОС
8. Государственные программы по созданию, развитию и функционированию НСМОС
9. мониторинг поверхностных вод; мониторинг подземных вод.
10. мониторинг атмосферного воздуха; мониторинг озонового слоя;
11. мониторинг растительного мира; мониторинг лесов; мониторинг животного мира;
12. радиационный мониторинг; геофизический мониторинг;
13. локальный мониторинг окружающей среды;

14. комплексный мониторинг экосистем на ООПТ; комплексный мониторинг торфяников;
15. социально-гигиенический мониторинг; мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
16. ГИАЦ, ИАЦ видов мониторинга.
17. Мониторинг земель.
18. Порядок ведения НСМОС.
19. Общие принципы проведения мониторинга.
20. Мониторинг земельного фонда.
21. Агрочувствительный мониторинг.
22. Мониторинг техногенного загрязнения почв.
23. Структура земельного фонда и его динамика.
24. Структура почвенного покрова Беларуси.
25. Распределение почв по гранулометрическому составу.
26. Культуртехническое состояние почвенно-земельных ресурсов.
27. Деградация почвенно-земельных ресурсов.
28. Техногенное загрязнение почвенно-земельных ресурсов.

3.3 Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа ведется на основании Положения о самостоятельной работе студентов (курсантов, слушателей), утвержденном Министерством образования Республики Беларусь от 06 апреля 2015 г.

По изучаемой дисциплине планируется:

- выполнение творческих, исследовательских заданий;
- работа с литературными источниками, в том числе с научными статьями;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции;
- научные доклады;
- написание тематических докладов и эссе на проблемные темы.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

- коллоквиумы;
- электронные тесты;
- проверка расчетно-графических работ;
- оценивание на основе модульно-рейтинговой системы;
- оценивание на основе проектного метода.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положение о рейтинговой системе БГУ;
3. Критерии оценки студентов (10 баллов).

3.4. Перечень заданий по управляемой самостоятельной работе студентов

УСР 1. Анализ современного и прогнозного состояния радиоактивного загрязнения территории Беларуси.

Форма контроля – отчет.

УСР 2. Оценка результатов мониторинга земель в виде различных географических моделей.

Форма контроля – отчет.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Учебно-методическая карта

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Значение, цель и задачи мониторинга земель. Структура земельного фонда страны. Соотношение понятий «земля» и «почва». (8 часов)	2	6					
1.1	Пространственно-временная динамика структуры земельного фонда административного района (по выбору).		6					Проверка практикума; тестирование
2	Современное агроэкологическое состояние почв и земель (всего 2 часа)	2						электронные тесты
3	Концепция государственного мониторинга земель Беларуси (4 часа)	4						электронные тесты
4	Агропочвенный мониторинг (4 часа)	4						электронные тесты
5	Мониторинг техногенно загрязненных земель (всего 2 часа)	2	6					электронные тесты
5.1	Пространственно-временной анализ загрязнения почв городов тяжелыми металлами		6					Проверка практикума тестирование
6	Почвенно-агрохимический и радиологический мониторинг (2 часа)	2					2	электронные тесты
6.1	Анализ современного и прогнозного состояния радиоактивного загрязнения территории Беларуси						2	Проверка расчетно-графических работ; электронные тесты
7	Оценка и научное обобщение результатов мониторинга земель (всего 2 часа)	2					2	электронные тесты
7.1	Оценка результатов мониторинга земель в виде различных						2	Проверка

	географических моделей							расчетно-графических работ; электронные тесты
	Всего	18	12				4	

4.2. Рекомендуемая литература

Основная

1. Смыкович, Л. И. Мониторинг земель : учеб. пособие / Л. И. Смыкович. – Минск : БГУ, 2022. – 151 с. : ил.
2. Смыкович, Л. И. Структура земельного фонда : практикум / Л. И. Смыкович, Н. В. Жуковская, Н. В. Клебанович. – Минск : БГУ, 2022. – 42 с.

Дополнительная

1. Н.С. Касимов, Д.В. Власов. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 2. – Режим доступа <https://vestnik5.geogr.msu.ru/jour/article/view/109/110#>. – Дата доступа 13.11.2023.
2. Смыкович, Л.И. Основы геохимии: механическая и биогенная миграция : практикум для студентов специальностей 1-31 02 01 «География» 1-33 01 02 «Геоэкология» / Л. И. Смыкович. – Минск: БГУ, 2013. – 26 с. – Режим доступа <http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/50105/1/gechembaspl.pdf>. – Дата доступа 13.11.2023.
3. Петухова Н. Н. Геохимия почв Белорусской ССР. Минск: Наука и техника, 1987. – 112 с.
4. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве»
5. Технический кодекс установившейся практики «Охрана окружающей среды и природопользование Земли. Порядок выполнения работ по дифференцированному нормированию содержания химических веществ в землях». ТКП 17.03-06-2019. Дата введения 2019-05-01.
6. Земельные отношения в Республике Беларусь / сост. А. А. Гаев [и др.]. Минск, 2003.
7. Кодекс Республики Беларусь о земле: Кодекс Респ. Беларусь, 23 июля 2008 г., № 425-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2008. № 2/2437

4.3 Электронные ресурсы

1. Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gki.gov.by/ru/> – Дата доступа: 10.11.2023.
2. Национальное кадастровое агентство [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nca.by/> – Дата доступа: 10.11.2023.
3. Республиканское унитарное предприятие «Проектный институт Белгипрозем» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgiprozem.by/> – Дата доступа: 10.11.2023.

4. Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/information/materials/zem/soil/> – Дата доступа: 02.11.2023.

5. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2023 г. [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/ – Дата доступа: 10.11.2023.

6. Публичная кадастровая карта Республики Беларусь [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://map.nca.by/> – Дата доступа: 10.11.2023.

7. Геопортал ЗИС [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gismap.by/next/> – Дата доступа: 10.11.2023.

8. Мониторинг земель: учебная программа УВО по учебной дисциплине по специальности 1-56 02 02 Геоинформационные системы (по направлениям) направление специальности 1-56 02 02-01 Геоинформационные системы (земельно-кадастровые) [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/208149> – Дата доступа: 10.11.2023.