

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ
Кафедра почвоведения и геоинформационных систем**

Л. И. Смыкович

КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

**Краткий курс лекций
для студентов специальности
1-31 02 01 «География»**

В двух частях

**Часть 2
МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ**

**Минск
2023**

УДК 332.334(075.8)
ББК 65.281я73
С52

Рекомендовано
советом факультета географии и геоинформатики БГУ
26 января 2023 г. протокол № 6

Рецензент
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор *Ю. В. Пуятин*

Смыкович, Л. И.
С52 Кадастр и мониторинг земель : краткий курс лекций. В 2 ч.
Ч. 2. Мониторинг земель / Л. И. Смыкович. – Минск : БГУ, 2023. –
47 с.

Излагаются основные методологические особенности, а также способы и методы ведения мониторинга земель. Анализируются структура Национальной системы мониторинга окружающей среды, порядок ведения мониторинга земель.

Предназначено для студентов факультета географии и геоинформатики, обучающихся по специальности 1-31 02 01 «География».

УДК 332.334(075.8)
ББК 65.281я73

© БГУ, 2023

ВВЕДЕНИЕ

Земля (почва) как природный ресурс является важным элементом биосферы. Ограниченность земельных ресурсов на фоне возрастающей антропогенной нагрузки делает все более актуальной проблему бережного отношения и рационального использования земель. Земля – это сложная система, где переплетаются природные (естественные), территориальные, экологические, экономические, социальные, политические, технологические и др. факторы, тесно объединенные между собой системообразующими связями. В свою очередь земля (почва) является компонентом более сложной системы – природной (ландшафт), социальной (страна), экономической (хозяйственный комплекс страны) и др. Поэтому трансформация почвенно- земельных ресурсов неизбежно повлечет за собой через систему связей изменения во всем комплексе, на Земле в целом. Этим объясняется необходимость пристально наблюдать за состоянием почвенно- земельных ресурсов, выполнять оценку и прогноз их трансформации. Это не только насущная потребность нашей страны, но и приоритет международного сообщества, субъектом которого стала Беларусь в 1991 г.

Мониторинг земель в Беларуси представляет собой систему постоянных наблюдений за состоянием земель. Их изменение под влиянием природных и антропогенных факторов, а также за изменение состава, структуры, состояния земельных ресурсов, распределение земель по категориям, землепользователям и видам составляет суть мониторинговых наблюдений. Последние проводятся в целях сбора, передачи и обработки информации 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.

Одним из основных направлений государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды является 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. Проблема деградации почв и земель.
2. Химическое загрязнение почв городов.
3. Химическое загрязнение почв сельскохозяйственных земель.
4. Проблема изменения структуры земельного фонда.

НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

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-XII «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 потенциа-

ла; 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 приоритетными задачами Беларуского государства являются:

– развитие национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС), 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 страны международных договоров и соглашений, проведение совместных научных исследований и разработок, внедрение международных экологических стандартов.

Структура, содержание, развитие НСМОС.

Понятие «мониторинг окружающей среды»

Понятие «мониторинг окружающей среды» было впервые введено на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г. Там 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 Беларуси 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». 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.).

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.

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

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.

К 2016 году были 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.

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 CO_2 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, осуществлялся 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 среднесроч-

ного 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 Беларускай 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 Беларускай 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 Беларускай 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 Беларуской 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 покласового 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.

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, государственные органы и организации, ответственные за принятие решений в области природопользования и охраны 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 получения информации о состоянии и загрязнении окружающей среды была создана и функционирует система 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, 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.

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.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ

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 дер-

новые, 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 %.

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 %).

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 %.

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.

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 стране среди пахотных земель сельхозпредприятий завалуненные земли занимают более 500 тыс. га, что составляет около 10 % от их 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.

Деградация почвенно-земельных ресурсов

Значительная часть почвенно-земельных ресурсов Беларуси находится в неудовлетворительном состоянии и продолжает ухудшаться. Около 30 % почв сельскохозяйственных угодий требуют охраны, улучшения их состояния и повышения биологической продуктивности. 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 ООН есть уточнение 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.

Для оценки степени деградации почв и установления оценочных критериев при выделении деградированных земель необходимо иметь доста-

точный набор диагностических параметров. Существенное значение имеет также четкое определение типов деградации почв 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, щелочно-кислотные условия;

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, могут ухудшить свойства почво-грунтов для строительства.

В соответствии с нормативными правовыми документами в Беларуси выделено 10 видов (форм) деградации земель (почв) [7]. Основными 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 смыл 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.

Виды и степень деградации земель определяют в пределах одной категории и вида земель на основании критериев оценки и показателей. 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.

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, приводящие к полной утрате функций почвы как элемента географической системы и объекта сельскохозяйственного и лесохозяйственного ис-

пользования, а в ряде случаев также к ухудшению качества земель как пространственного базиса.

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)

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.

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. 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 органогенных почвах.

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. По некоторым оценкам, деградированные и деградирующие почвы занимают площадь более 4 млн. га. При этом 2,6 млн. га приходятся 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 пахотных почти 480 тыс. га (9,4 % от общей площади пахотных земель) являются эродированными. В том числе 361,7 тыс. га подвержены водной эрозии, 64,9 тыс. га – дефляции; почвы с намытым верхом – 52, 4 тыс. га, с навешанным верхом – 500 га. Дефляционно-опасными являются почвы на площади около 30 % 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 % от общей площади мелиорированных земель) утратили свои генетические признаки и перешли в категорию антропогенно-преобразованных. Из них 190,2 тыс. га (или 5,6 % 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).

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. 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 %.

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.

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 %.

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

Приоритетами нашей страны в области предотвращения деградации земель (включая почвы) являются:

- достижение нейтральной (нулевого прироста) деградации земель (почв);
- 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 (почв).

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. Поэтому в современных условиях

актуальной задачей является мониторинг почвенного покрова земель, подверженных водной, ветровой эрозии, а также осушенных сельскохозяйственных земель.

Техногенное загрязнение 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.

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.

Предельно допустимые концентрации некоторых ТМ, а также органических веществ в почвах различных видов и категорий земель, показав-

тели вредности элементов устанавливаются в нормативных правовых документах. В таблице 1 приведен пример ПДК ТМ, различающихся формой нахождения элемента.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в почвах (мг/кг)
(Г. В. Мотузова, 2007)

Элемент	Кларк почв (Виноградов, 1962)	ПДК	Показатель вредности			
			общесанитарный	транслонный	миграционный водный	миграционный воздушный
Общее содержание						
Mn	800	1500	1500	3500	1500	
V	100	120	150	170	350	
Pb	10	32	30	35	260	
Hg	0,01	2,1	5,0	2,1	33	2,5
Подвижные соединения						
Cu	20	3	3	3,5	72	
Ni	40	4	4	4	14	
Zn	50	23	37	93	200	
Co	8	5	5	25	1000	
Cr	200	6	6			

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 по отношению к фоновым значениям. Он рассчитывается по формуле:

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

где K_c — коэффициент концентрации i -го химического элемента, n — число, равное количеству анализируемых элементов.

Коэффициент концентрации (K_c) рассчитывается по формуле:

$$K_c = C_i / C_{\text{фон}},$$

где C_i — содержание элемента в исследуемом объекте; Сфон — фоновое содержание элемента.

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 элементы- 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. 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.

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» 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.

Необходимость мониторинга техногенного загрязнения земель обусловлена также такой глобальной проблемой, как отходы. В Беларуси в 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 %.

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

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

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. 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.

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

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.

Наблюдения за изменением состава земель проводятся на всех землях страны 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. Основным информационным ресурсом для наблюдений и анализа за изменением состава земель являются данные реестра земельных ресурсов государственного земельного кадастра.

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). Наблюдения за изменением состава земель проводятся ежегодно по состоянию на 1 января года, следующего за отчетным.

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, страны в целом. 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.

Организациями, осуществляющими данные наблюдения, 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.

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. Информационной основой 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.

Следует отметить, что наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова земель лесного фонда проводились только в 2007 г. С 2008 по 2022 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.

АГРОПОЧВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ

Агропочвенный 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. Всего их 33, из них 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, реперов, результаты зондирования торфяной залежи, морфологического описания почвенных разрезов и др.

Наблюдения за состоянием и эволюцией почв на осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения (т.е. подвержен-

ных эрозионным процессам) осуществляют организации: УП "Проектный институт Белгипрозем"; РУП "Институт почвоведения и агрохимии"; республиканское научное дочернее унитарное предприятие "Институт мелиорации" НАН Беларуси; а также лаборатория экологии ландшафтов БГУ Министерства образования Республики Беларусь.

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

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.

Такие наблюдения 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

Обобщение данных, полученных за весь период наблюдений (15 лет), позволили установить показатели деградации осушенных органогенных почв. 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.

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 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 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 . в обязательном порядке должна включать в себя водораздельную часть, верхнюю, среднюю и нижнюю части склонов.

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 (P_2O_5) в почвах;
- содержание подвижного калия (K_2O) в почвах;
- смыв мелкозема с твердым и жидким стоком и др.

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. 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.

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.

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.

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; pH в KCl; гидролитическую кислотность почв; содержание общего азота, P₂O₅, K₂O, а также органического углерода почвах.

Наблюдения за состоянием лесных почв проводятся с периодичностью 1 раз в 10 лет. Пункты наблюдений мониторинга земель наблюдаются согласно очередности, установленной РУП "Белгослес".

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 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.

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; pH в KCl; гидролитическую кислотность почв; содержание общего азота, P₂O₅, K₂O, а также органического углерода почвах. 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.

Мониторинг техногенного загрязнения земель

Мониторинг техногенного загрязнения земель предназначен для наблюдения за химическим загрязнением почв и земель. Радионуклиды, выбросы химических и др. промышленных предприятий, в т.ч. - военно-промышленного комплекса, транспорт, осадки сточных вод, применяемые в качестве удобрений, твердые промышленные и коммунальные отходы, минеральные удобрения и средства защиты растений, крупные животно-

водческие комплексы являются источниками техногенного загрязнения земель.

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 01.01.2022 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), локального мониторинга окружающей среды и в ряде др. случаев. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах изменяются в зависимости от категорий земель, гранулометрического состава почв.

Дифференцированные нормативы установлены для химических элементов (ТМ) и веществ, которые классифицированы 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.

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. 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. Определение фонового содержания особенно важно для тех химических веществ, для которых отсутствуют дифференцированные нормативы и нормативы ПДК или ОДК. 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.

По данным наблюдений в 2020 г. рассчитано фоновое содержание определяемых веществ в почвах (таблица 2). Для сравнения приведены значения ПДК (ОДК).

Таблица 2

Фоновое содержание и ПДК (ОДК) химических веществ в почве, мг/кг (по данным наблюдений 2020 г.)

Показатель	Нефте- продукты	Бензо(а)- пирен	KCl	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Тяжелые металлы							
						Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr	As	Hg
Фоновые значения	6,5	0,004	25,3	6,3	45,0	0,07	19,0	2,8	3,8	1,1	5,0	0,8	<п.о.
ПДК (ОДК) для почв:	50,0*	0,02	360,0	130,0	160,0	-	-	32,0	-	-	100	2,0	2,1
- песчаных и супесчаных	-	-		-	-	0,5	55,0	-	33,0	20,0	-		-
- суглинистых и глинистых (рН<5,5)	-	-		-	-	1,0	110,0	-	66,0	40,0	-		-
- суглинистых и глинистых (рН>5,5)	-	-		-	-	2,0	220,0	-	132,0	80,0	-		-

Примечание: * норматив ПДК - 50,0 мг/кг – установлен для земель запаса; норматив ПДК - 100,0 мг/кг – для земель населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов [6].

Результаты наблюдений за химическим загрязнением почв на фоновых территориях, свидетельствуют о том, что концентрации определяемых загрязняющих веществ значительно ниже величин ПДК (ОДК) и регио-

нальных 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).

Количество пробных площадок определяется в зависимости от площади контролируемой территории в соответствии с таблицей 3. Количество точечных проб, отбираемых на пробной площадке, составляет не менее 5.

Таблица 3

Количество пробных площадок в зависимости от площади контролируемой территории

Площадь контролируемой территории, м ²	Количество пробных площадок, шт.
менее 1000	не менее 2
1000 – 3 000	не менее 4
3 001 – 5 000	не менее 10
5 001 – 10 000	не менее 16
более 10 000	не менее 20

Для определения площади загрязненных территорий, глубины загрязнения и степени деградации земель (почв) устанавливаются категория и вид земель (для населенных пунктов – функциональная зона), 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 планово-картографическая основа для каждого контролируемого слоя; на планово-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).

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. Значения, превышающие ПДК по нефтепродуктам в почвах, отмечены во всех обследованных в 2020 г. населенных пунктах, кроме Речицы. 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. 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.

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. Эти исследования 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. 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.

ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ

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 Белару-

си. 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. 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 % от площади страны, к 2030 году должна составлять не менее 60 % 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 %, к 2030 году – также не менее 2,23 %;
- 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клебанович Н.В. Земельный кадастр. Учебник. / Н. В. Клебанович, Л. И. Смыкович - Минск, 2021. – 186 с.
2. Смыкович Л. И. Мониторинг земель: учебное пособие / Л.И. Смыкович – Минск : БГУ, 2022. -152 с.
3. Мониторинг земель (почв)[Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.nsmos.by/content/164.html>
4. Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В. В. Лапа, А. Ф. Черныша ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.
5. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь : Нац. доклад / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2019.– 191 с. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Natsionalnyj-doklad-o-sostojanii-okruzhajuschej-sredy-Respubliki-Belarus-2015-2018-gg..pdf>
6. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года[Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>
7. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января текущего года) - Режим доступа https://www.gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/.
8. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-3 (с изменениями и дополнениями от 24 октября 2016 г. №439-3).
9. Об утверждении экологических норм и правил Экологические нормы и правила ЭкоНиП 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»// Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 25 ноября 2021 г. № 13-Т <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22137454p&p1=1>

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	4
Правовое регулирование мониторинга окружающей среды.....	4
Структура, содержание, развитие НСМОС.....	5
Понятие «мониторинг окружающей среды»	5
Обеспечение развития и функционирования НСМОС на государственном уровне	7
Виды мониторинга НСМОС.....	8
Порядок проведения видов мониторинга НСМОС	16
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ	17
Распределение почв по типам, гранулометрическому составу, степени гидроморфизма	17
Культуртехническое состояние почвенно-земельных ресурсов ...	18
Деградация почвенно-земельных ресурсов	19
Техногенное загрязнение земель.....	25
МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ.....	28
Мониторинг земельного фонда	29
АГРОПОЧВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ	31
Мониторинг техногенного загрязнения земель	36
ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ	43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	46

Учебное издание

Смыкович Людмила Ивановна

КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

**Краткий курс лекций
для студентов специальности
1-31 02 01 «География»**

В двух частях

**Часть 2
МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Л. И. Смыкович*

Подписано в печать 30.01.2023. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,48. Тираж 50 экз.

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
на копировально-множительной технике
факультета географии и геоинформатики
Белорусского государственного университета.
Ул. Ленинградская, 16, 220030, Минск.