

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И
ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ПО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ, КОНТРОЛЮ РАДИОАКТИВНОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»
(БЕЛГИДРОМЕТ)

НСМОС Беларуси – 30 лет! Перспективы развития

Минск 2023

Научно-практическое издание «НСМОС Беларуси – 30 лет! Перспективы развития»/
Под общей редакцией главного информационно-аналитического центра Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь – Минск, 2023. – 94 с.

Настоящее издание подготовлено в соответствии с Планом мероприятий, посвященных 30-летию Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, утвержденным Министром природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь А.П.Худыком 26 января 2023 г. № 2-План.

Авторами издания являются представители различных ведомств и организаций, ответственных за ведение отдельных видов мониторинга окружающей среды и сбор, обобщение, анализ информации, полученной по результатам проведения видов мониторинга окружающей среды.

В издании приведены основные результаты наблюдений за состоянием окружающей среды и источниками воздействия на нее за 30-летний период, а также перспективы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. Издание предназначено для органов государственного управления, научных и проектных организаций, общественных организаций, учебных заведений, граждан, а также рассчитано на широкий круг специалистов, работающих в области охраны окружающей среды.

Издано по заказу Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Содержание

Введение	4
1. Мониторинг атмосферного воздуха	7
2. Мониторинг поверхностных вод	13
3. Мониторинг подземных вод	19
4. Радиационный мониторинг	26
5. Локальный мониторинг окружающей среды	33
6. Геофизический мониторинг	37
7. Мониторинг озонового слоя	44
8. Мониторинг земель	52
9. Мониторинг лесов	59
10. Мониторинг животного мира	63
11. Мониторинг растительного мира	68
12. Комплексный мониторинг экосистем на особо охраняемых природных территориях	78
13. Комплексный мониторинг торфяников	93

Введение

Одним из основных направлений государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды в соответствии со статьей 7 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» является обеспечение непрерывного функционирования **Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь** (далее – НСМОС).

На протяжении 30 лет в стране успешно функционирует НСМОС, созданная в целях предоставления всем заинтересованным необходимой экологической информации для определения стратегии природопользования и принятия оперативных управленческих решений, направленных на обеспечение населения страны благоприятными условиями проживания. Кроме того, НСМОС ориентирована на выполнение природоохранных обязательств Республики Беларусь по международным договорам, конвенциям и соглашениям.

В начале образования в 1993 г. в составе НСМОС велись следующие виды мониторинга:

медицинский мониторинг (*Министерством здравоохранения*);

мониторинг окружающей среды (*Государственным комитетом по экологии, Главным управлением по гидрометеорологии при Совете Министров Республики Беларусь, Министерством здравоохранения, Академией наук Беларуси, Белорусским производственным объединением по геологоразведочным работам, Министерством жилищно-коммунального хозяйства, Министерством образования, Комитетом по земельной реформе и землеустройству при Совете Министров Республики Беларусь, Министерством сельского хозяйства и продовольствия, Белорусским концерном по водохозяйственному строительству и эксплуатации мелиоративных систем*);

биологический мониторинг (*Академией наук Беларуси, Министерством образования, Министерством лесного хозяйства, Министерством сельского хозяйства и продовольствия, Главным управлением по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулированию рыболовства при Совете Министров Республики Беларусь, Главным управлением производственно-хозяйственных служб и заповедников Совета Министров Республики Беларусь, Государственным комитетом по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС*);

импактный мониторинг (мониторинг чрезвычайных ситуаций) (*Государственным комитетом по экологии, Штабом гражданской обороны, Министерством жилищно-коммунального хозяйства, Министерством здравоохранения, Главным управлением по гидрометеорологии при Совете Министров Республики Беларусь, Академией наук Беларуси, Государственным комитетом по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС*).

Вместе с тем в 2003 г. в целях совершенствования структуры НСМОС в соответствии с постановлением правительства были исключены из его состава:

мониторинг чрезвычайных ситуаций (*и создана на его основе система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера*);

система медицинского мониторинга и мониторинга физических явлений (факторов) (*с включением их в систему социально-гигиенического мониторинга, регулируемого Законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения»*);

комплексный экологический мониторинг.

Одномоментно с 2003 г. создаются на базе:

системы биологического мониторинга мониторинг растительного мира, мониторинг лесов и мониторинг животного мира с включением их в состав НСМОС в качестве видов мониторинга окружающей среды;

мониторинга гидросферы мониторинг поверхностных вод и мониторинг подземных вод с включением их в состав НСМОС в качестве видов мониторинга окружающей среды;

системы импактного мониторинга локальный мониторинг окружающей среды с включением его в состав НСМОС в качестве вида мониторинга окружающей среды.

В это же время был преобразован сейсмический мониторинг в геофизический мониторинг, а мониторинг общего содержания атмосферного озона – в мониторинг озонового слоя.

Таким образом, в 2003 г. общее количество видов мониторинга становится 11.

На 2023 г. НСМОС включает 13 организационно-самостоятельных и проводимых на общих принципах следующие **виды мониторинга окружающей среды**, а именно:

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 естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях;

комплексный мониторинг торфяников.

В соответствии с действующим природоохранным законодательством координатором реализации НСМОС определено *Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды*, обеспечивающее согласованность действий государственных заказчиков и исполнителей мероприятий программ.

Организацию проведения видов мониторинга окружающей среды в составе НСМОС осуществляют:

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды в части мониторинга атмосферного воздуха, мониторинга поверхностных вод, мониторинга подземных вод, радиационного мониторинга, локального мониторинга окружающей среды;

Министерство образования в части мониторинга озонового слоя;

Национальная академия наук Беларуси в части мониторинга растительного мира, мониторинга животного мира, геофизического мониторинга, комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях и комплексного мониторинга торфяников;

Министерство лесного хозяйства в части мониторинга лесов;

Государственный комитет по имуществу в части мониторинга земель.

НСМОС взаимодействует с системой социально-гигиенического мониторинга и системой мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ответственными за их функционирование являются *Министерство здравоохранения и Министерство по чрезвычайным ситуациям*.

Каждый из видов мониторинга имеет информационно-аналитический центр (далее – ИАЦ), а также функционирует главный информационно-аналитический центр НСМОС (далее – ГИАЦ НСМОС).

Данные мониторинга размещаются на сайтах организаций, ответственных за проведение видов мониторинга окружающей среды в составе НСМОС, и доступны всем заинтересованным.

ГИАЦ НСМОС ежегодно осуществляет издание **научного обзора «Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений»**, подготовленного на основе анализа данных видов мониторинга окружающей среды в составе НСМОС, с учетом предоставляемых данных системы социально-гигиенического мониторинга и системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Издание доступно на информационном сайте ГИАЦ НСМОС (<https://www.nsmos.by/>).

Данные мониторинга должны лежать в основе принятия управленческих решений в соответствии с принципами научной обоснованности государственного управления.

1. Мониторинг атмосферного воздуха

Мониторинг атмосферного воздуха – это система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, а также оценка и прогноз основных тенденций изменения качества атмосферного воздуха в целях своевременного выявления негативных воздействий природных и антропогенных факторов

Длительный процесс формирования системы мониторинга атмосферного воздуха был практически завершен в 90-е годы на основе классических принципов «союзной» Общегосударственной системы наблюдений и контроля. Уже в тот период была создана стационарная сеть наблюдений, налажен регулярный отбор проб, сформирована достаточно совершенная (на момент создания) лабораторно-аналитическая база, обеспечено научное сопровождение мониторинга со стороны мощных научно-исследовательских институтов Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды.

Вместе с тем последние десятилетия характеризовались изменением государственного устройства и социально-экономической ситуации, уровня и характера антропогенной нагрузки на атмосферный воздух республики. Это, соответственно, обусловило необходимость корректировки концептуальных основ, структуры и технологии ведения мониторинга атмосферного воздуха.

Так, наиболее важными достижениями в системе мониторинга атмосферного воздуха за 30 лет функционирования НСМОС явились внедрение в практику непрерывных измерений содержания загрязняющих веществ и создание информационной сети, в которую интегрированы все автоматические станции, а также разработка программных средств обработки, анализа, интерпретации и хранения этих данных.

В результате внедрения технологий непрерывных измерений повысились оперативность получения информации и эффективность прогнозирования качества воздуха.

За 30-летний период функционирования НСМОС сеть мониторинга атмосферного воздуха существенно расширилась. В 1993 г. мониторинг качества атмосферного воздуха проводился в 14 промышленных городах на 45 пунктах наблюдений. С 2015 г. и по настоящее время государственная сеть мониторинга атмосферного воздуха включает 67 пунктов наблюдений, расположенных в 19 промышленных городах республики, а также на станции фоновой мониторинга в Березинском заповеднике (далее – СФМ в Березинском заповеднике) и д. Пеньки (Мозырский район) (рисунок 1.1).

Справочно: наблюдения за состоянием атмосферного воздуха начаты в 1965 г. на 2 пунктах, в 1976 г. количество пунктов составляло 18, в 1982 г. – 38.

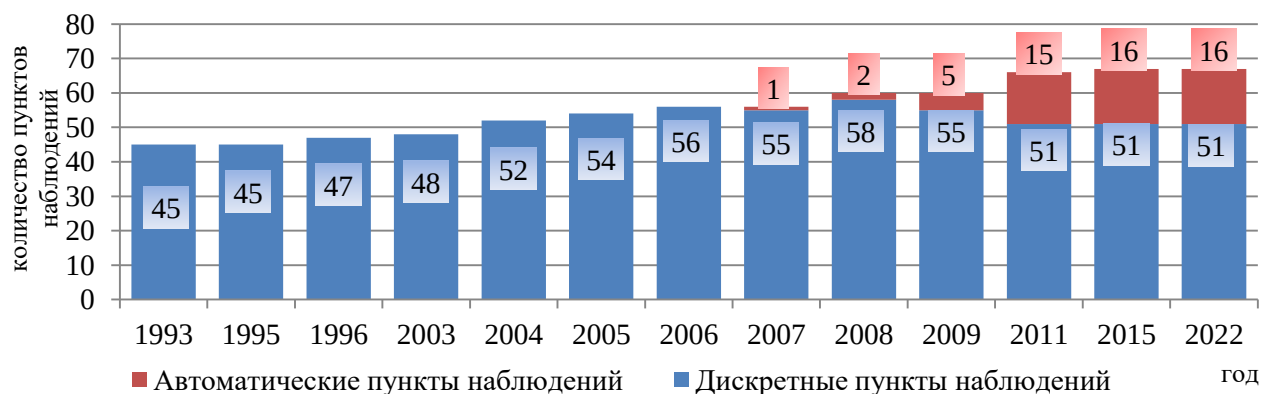


Рисунок 1.1 – Расширение сети пунктов наблюдений мониторинга атмосферного воздуха

На рисунке 1.2 обозначены населенные пункты Республики Беларусь, в которых проводятся наблюдения за состоянием атмосферного воздуха по объектам: атмосферный воздух, атмосферные осадки и снежный покров.

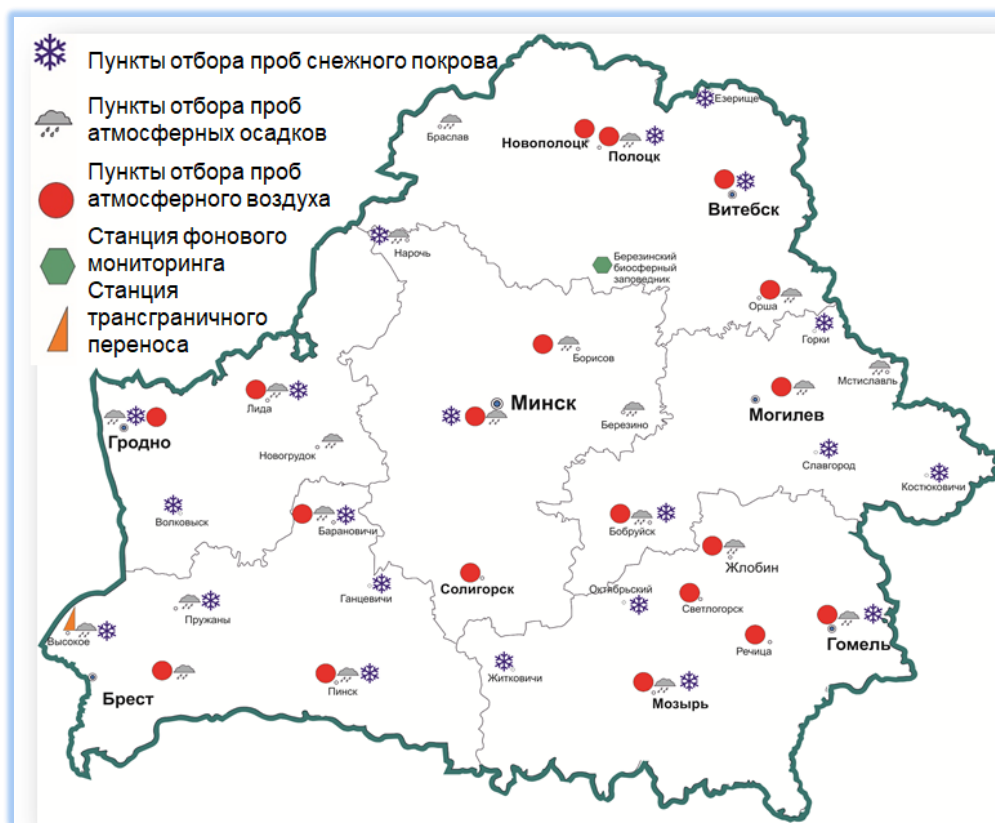


Рисунок 1.2 – Сеть мониторинга атмосферного воздуха

Мониторинг атмосферного воздуха проводится в 19 промышленных городах и населенных пунктах республики: гг. Минск, Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Могилев, Полоцк, Новополоцк, Орша, Бобруйск, Мозырь, Речица, Светлогорск, Пинск, Жлобин, Лида, Барановичи, Борисов и Солигорск, д. Пеньки (Мозырского района) и на СФМ в Березинском заповеднике.

Сеть мониторинга атмосферного воздуха включает 67 пунктов наблюдений НСМОС, в том числе 16 автоматических станций и 51 пункт с дискретным (ручным) режимом отбора проб.

В г. Минск функционирует 12 пунктов наблюдений; в г. Могилев – 6, в гг. Гомель и Витебск – по 5, в гг. Брест и Гродно – по 4 пункта наблюдений; в остальных населенных пунктах – по 1-3 пункта наблюдений (рисунок 1.3).

Технология проведения мониторинга на пунктах наблюдений с дискретным режимом отбора проб включает: отбор проб воздуха техником-химиком, доставку их в лабораторию и последующий химический анализ. Периодичность наблюдений за концентрациями загрязняющих веществ на таких пунктах варьируется от 2 до 4 раз в сутки (кроме воскресных и праздничных дней).

В воздухе городов на пунктах с дискретным режимом отбора проб определяются концентрации основных загрязняющих веществ, таких как твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), углерода оксид, азота диоксид, серы диоксид, а также концентрации специфических загрязняющих веществ: формальдегида, аммиака, фенола, сероводорода, сероуглерода и др. Также определяется содержание в воздухе свинца, кадмия и бенз(а)пирена. Для каждого города, где проводится мониторинг атмосферного воздуха, определен свой перечень параметров наблюдений.

На автоматических станциях измерения концентраций загрязняющих веществ проводятся непрерывно, что позволяет оперативно в режиме реального времени получать информацию о содержании в воздухе приоритетных загрязняющих веществ. Расположены такие станции в областных центрах, а также гг. Полоцк, Новополоцк, Солигорск, в д. Пеньки (Мозырский район) и на СФМ в Березинском заповеднике.

Автоматические станции укомплектованы анализаторами измерения содержания азота диоксида и азота оксида, углерод оксида, серы диоксида, твердых частиц, фракции размером до 10 мкм (далее – ТЧ10), летучих органических соединений и приземного озона, и в 2 городах – Жлобине и Минске измеряются концентрации твердых частиц, фракции размером до 2,5 мкм (далее – ТЧ2,5).

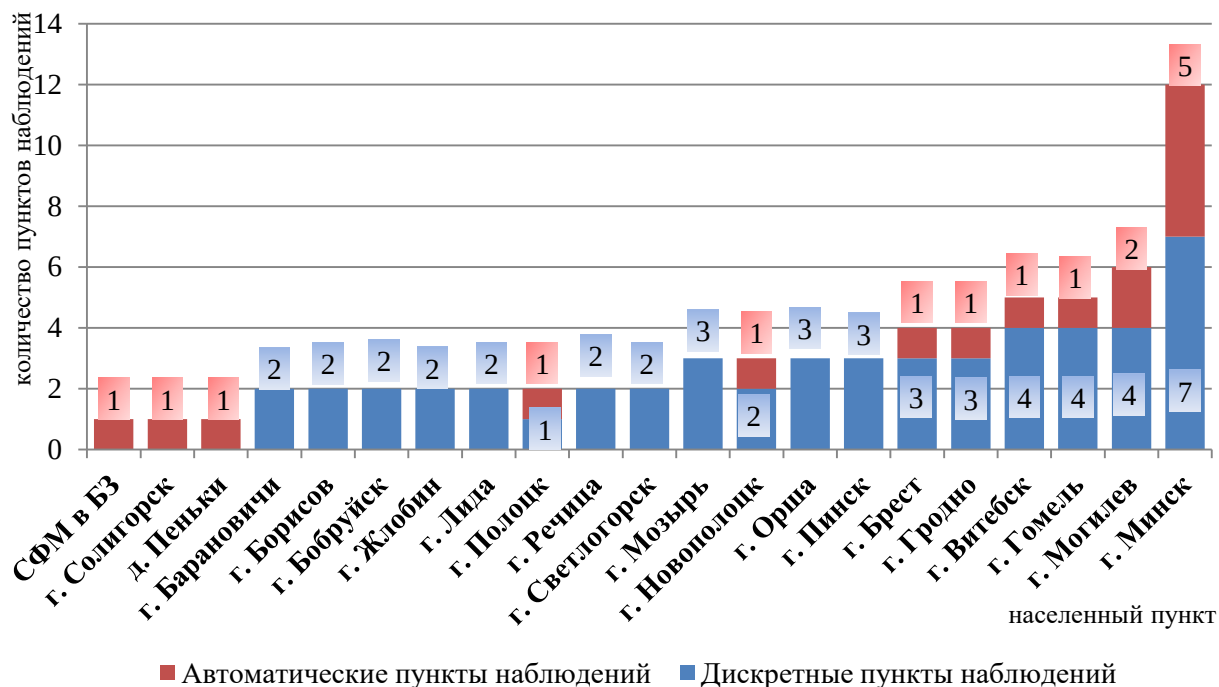


Рисунок 1.3 – Количество пунктов наблюдений мониторинга атмосферного воздуха в населенных пунктах Республики Беларусь

Важной составной частью мониторинга атмосферного воздуха является изучение химического состава атмосферных осадков, который определяется в 22 пунктах наблюдений. Оценка дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ (по международной совместной программе мониторинга и оценки дальних переносов атмосферных загрязняющих веществ в Европе) проводится в трансграничном пункте наблюдений в г. Высокое (западная граница республики). Дополнительно в рамках данной программы работ проводятся наблюдения за атмосферными осадками в пунктах наблюдений в г. Мстиславль (восточная граница республики) и г. Браслав (северная граница республики). На СФМ в Березинском заповеднике проводятся наблюдения за химическим составом атмосферных осадков по программе Глобальной Службы Атмосферы.

Наблюдения за химическим составом снежного покрова проводятся с периодичностью 1 раз в год (в период максимального накопления влагозапаса в снеге) на 22 пунктах наблюдений. Следует отметить, что в последние годы ввиду отсутствия устойчивого снежного покрова снегомерная съемка проводится не по всем пунктам наблюдений.

Необходимо отметить, что оценка состояния атмосферных осадков и снежного покрова является косвенным методом оценки качества атмосферного воздуха. Нормативы

качества для оценки химического загрязнения атмосферных осадков и снежного покрова не установлены.

Результаты многолетнего мониторинга состояния атмосферного воздуха городов свидетельствуют о снижении и стабилизации уровня загрязнения воздуха некоторыми основными и большинством специфических загрязняющих веществ во многих городах республики.

Следует отметить, что уровень загрязнения воздуха бенз(а)пиреном, летучими органическими соединениями, свинцом и кадмием на протяжении многих лет в большинстве городов сохраняется стабильно низким.

Тенденции изменения среднегодовых концентраций таких приоритетных загрязняющих веществ, как углерод оксид и азота диоксид неустойчивы (рисунки 1.4 и 1.5).

По сравнению с 1998 г. отмечено существенное снижение содержания углерод оксида в атмосферном воздухе гг. Минск, Брест, Витебск и Могилев. В г. Гомель уровень загрязнения воздуха углерода оксидом несколько возрос. В г. Гродно в 2022 г. среднегодовая концентрация углерод оксида была на уровне 1998 г.

Содержание азота диоксида в атмосферном воздухе гг. Минск, Брест, Гомель и Гродно несколько возросло по сравнению с 1998 г. В г. Могилев уровень загрязнения воздуха азота диоксидом снизился. В г. Витебск в 2022 г. среднегодовая концентрация азота диоксида была на уровне 1998 г.

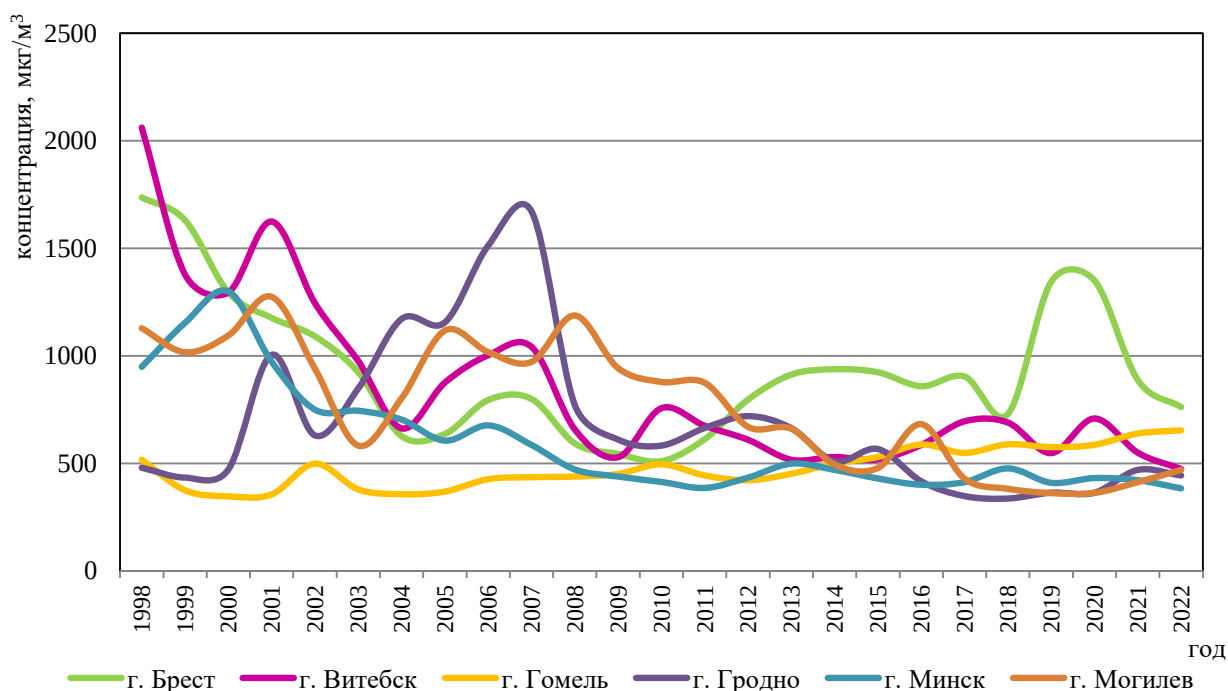


Рисунок 1.4 – Тенденция изменения среднегодовых концентраций углерод оксида в атмосферном воздухе областных центров

Справочно: в связи с тем, что периодичность отбора проб воздуха для определения содержания углерод оксида на пунктах с дискретным режимом отбора проб составляет менее 4 раз в сутки, среднегодовые концентрации углерод оксида не сравниваются с предельно-допустимой концентрацией (далее – ПДК) среднегодовой.

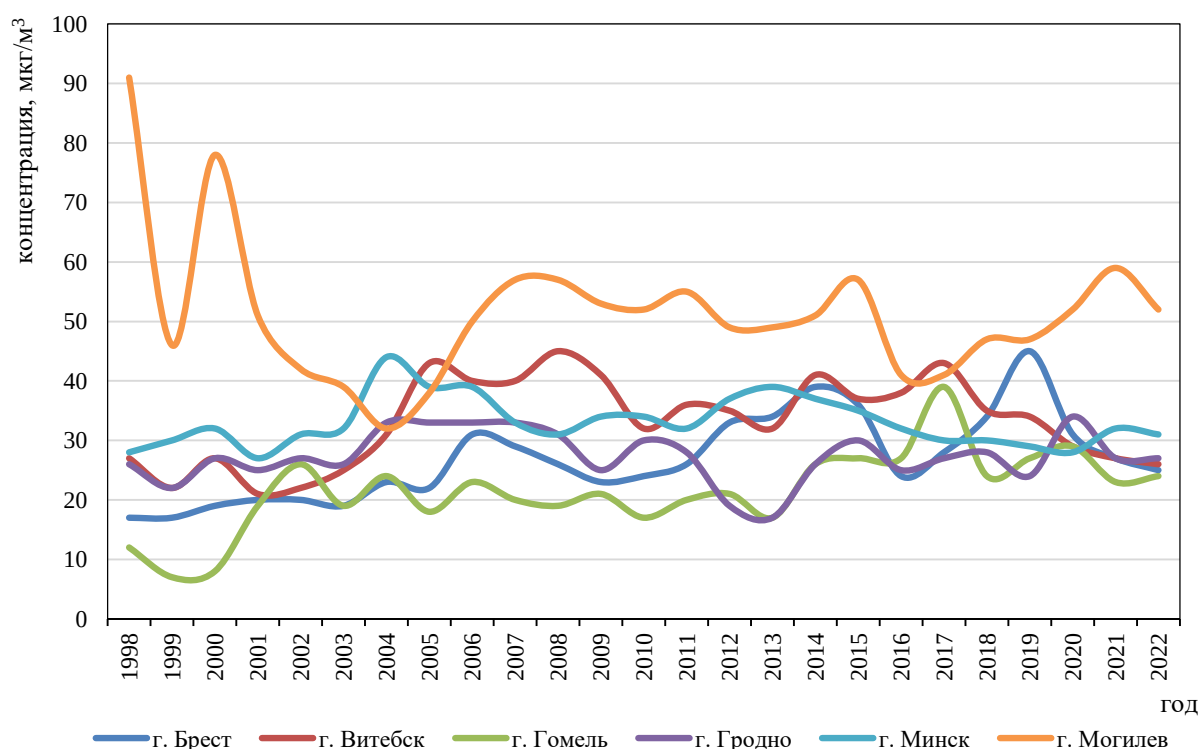


Рисунок 1.5 – Тенденция изменения среднегодовых концентраций азота диоксида в атмосферном воздухе областных центров

Справочно: на рисунке 1.5 среднегодовые концентрации азота диоксида нормируются на ПДК среднегодовую (40 мкг/м³) только в воздухе г. Минск и г. Могилев в связи с 4-х разовым отбором проб. Для остальных городов средние за год концентрации загрязняющих веществ, полученные на пунктах наблюдений мониторинга атмосферного воздуха с дискретным режимом отбора с периодичностью отбора проб 3 раза в сутки, не сравниваются со среднегодовыми значениями ПДК.

Следует отметить, что в последние годы повысился качественный уровень доступа к информации о состоянии атмосферного воздуха. Так, информация о концентрациях загрязняющих веществ по результатам непрерывных наблюдений на 16 автоматических станциях в режиме реального времени размещается на сайте государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (далее – Белгидромет) (<https://rad.org.by/monitoring/air.html>), а также в мобильном приложении «Погода в кармане».

Вместе с тем на сегодняшний день уровень доступа к информации с дискретных пунктов наблюдений перестает удовлетворять современным запросам и требованиям. Для некоторых видов данных временные издержки (период времени от момента получения данных до их доведения до заинтересованных) могут составлять месяц и более. Таким образом, сложилась необходимость автоматизации и информатизации (с использованием современного программного обеспечения и средств телекоммуникаций) данных, получаемых в результате дискретных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, атмосферных осадков и снежного покрова для выведения их на новый качественный уровень предоставления информации.

Для достижения высокого уровня автоматизации и информатизации в настоящее время Белгидрометом реализуется создание республиканской информационной системы автоматизированного мониторинга окружающей среды (далее – РИСАМОС) (Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси»). С помощью этой системы

планируется достичь объединения потенциала имеющихся информационных ресурсов экологической информации в единую информационную платформу, что для национального уровня станет уникальным опытом.

В качестве пилотного направления выбран мониторинг атмосферного воздуха.

Создание цифровой платформы кратно (а в некоторых случаях и на порядок) ускорит возможность использования данных мониторинга атмосферного воздуха, позволит снизить трудозатраты и время на ведение государственных информационных ресурсов, упростит доступ к социально востребованной информации.

Предусмотрено также приобретение систем локальной сети устройств мониторинга состояния атмосферного воздуха (сенсорных устройств), что позволит расширить систему сети наблюдений мониторинга воздуха на территории городов ускоренного социально-экономического развития.

Указанные устройства позволяют получать большое число пространственных данных с высокой частотой, характеризуются относительно простым способом сбора, восстановления и передачи данных, требуют более простого технического обслуживания.

В рамках проекта международной технической помощи «Модернизация инфраструктуры мониторинга качества атмосферного воздуха и уровня радиации» планируется крупномасштабное техническое перевооружение сети мониторинга атмосферного воздуха, которое предполагает как расширение сети наблюдений мониторинга атмосферного воздуха, так и частичное переоснащение действующих пунктов наблюдений.

Расширение сети позволит получать полную и более детальную информацию о качестве атмосферного воздуха как в промышленных городах, в которых в настоящее время отбор проб осуществляется только 3–4 раза в сутки (гг. Барановичи, Бобруйск, Борисов, Лида, Мозырь, Орша, Пинск, Речица), так и в районах с напряженной экологической обстановкой (г. Жлобин (*существенное воздействие оказывает Белорусский металлургический завод*), г. Светлогорск и д. Якимова Слобода Светлогорский район (*жалобы со стороны населения на неприятный запах в результате деятельности Светлогорского целлюлозно-картонного комбината*), а также для изучения фонового состояния территорий, не подверженных антропогенному воздействию (к.п. Нарочь), и трансграничного переноса загрязняющих веществ на дальние расстояния (г. Высокое, единственная станция по программе ЕМЕП (*международная совместная программа мониторинга и оценки дальних переносов атмосферных загрязняющих веществ в Европе, на которой в настоящее время проводятся наблюдения только по составу атмосферных осадков*)).

В 2024 г. запланировано выполнение научно-исследовательской работы по разработке и обоснованию подходов к развитию сети наблюдений мониторинга атмосферного воздуха, в результате которой будут определены критерии выбора населенных пунктов, районов, в которых необходимо организовать мониторинг атмосферного воздуха, режима наблюдений, мест размещения и необходимого количества пунктов наблюдений, а также будет проведен анализ соответствия действующей сети наблюдений разработанным критериям и подготовка рекомендаций по приведению ее в соответствие требованиям.

Таким образом, в настоящее время приоритетными задачами и перспективными направлениями при проведении мониторинга атмосферного воздуха являются:

разработка и обоснование подходов к дальнейшему развитию сети наблюдений мониторинга атмосферного воздуха;

развитие в направлении цифровизации с целью повышения уровня информирования о качестве атмосферного воздуха;

продолжение модернизации материально-технической базы.

2. Мониторинг поверхностных вод

Мониторинг поверхностных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием поверхностных вод по гидрологическим, гидрохимическим, гидробиологическим и иным показателям, оценки и прогноза его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану поверхностных вод.

Наблюдения за состоянием поверхностных вод Республики Беларусь были начаты в 1947 г. и проводились на большинстве крупных рек в 21 пункте наблюдений.

Расширение сети происходило поэтапно, особенно в 2006 – 2010 гг. в рамках Государственной программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2006 – 2010 годы, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 18 апреля 2006 г. № 251 (далее – Программа развития НСМОС на 2006 – 2010 гг.) (рисунок 2.1). В 2000 – 2010 гг. активно развивались наблюдения на фоновых участках водотоков (не подверженных антропогенному загрязнению), на водохранилищах и озерах (рисунок 2.2 и 2.3).

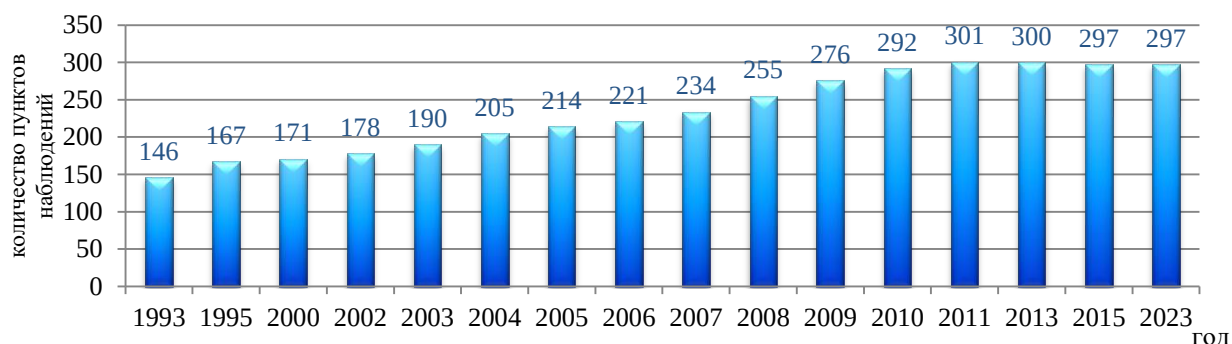


Рисунок 2.1 – Расширение сети наблюдений за состоянием поверхностных вод по гидрохимическим показателям

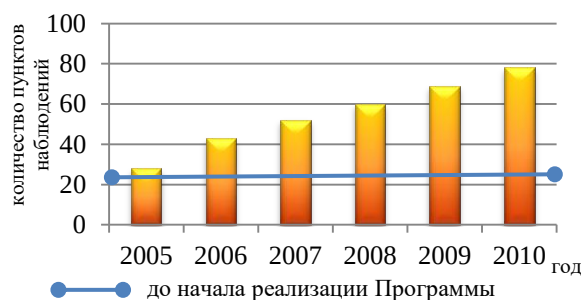


Рисунок 2.2 – Развитие сети наблюдений на водоемах в рамках реализации Программы развития НСМОС на 2006 – 2010 гг.

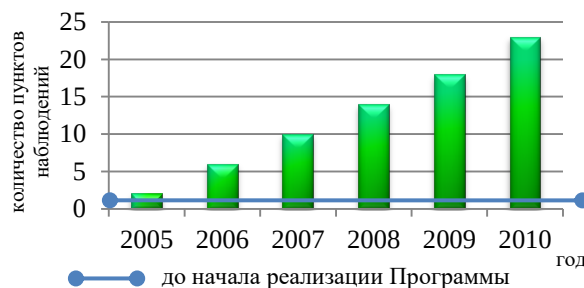


Рисунок 2.3 – Развитие сети наблюдений на фоновых участках водотоков в рамках реализации Программы развития НСМОС на 2006 – 2010 гг.

За 30-летний период функционирования НСМОС *государственная сеть наблюдений за состоянием поверхностных вод* существенно расширилась и в настоящее время включает (рисунок 2.4):

по гидрохимическим показателям – 297 пунктов наблюдений, расположенных на 160 поверхностных водных объектах;

по химическим показателям для донных отложений – 34 пункта наблюдений, расположенных на 29 поверхностных водных объектах;

по гидробиологическим показателям – 254 пункта наблюдений, расположенных на 148 поверхностных водных объектах;

по гидроморфологическим показателям – 46 пунктов наблюдений, расположенных на 39 водотоках.

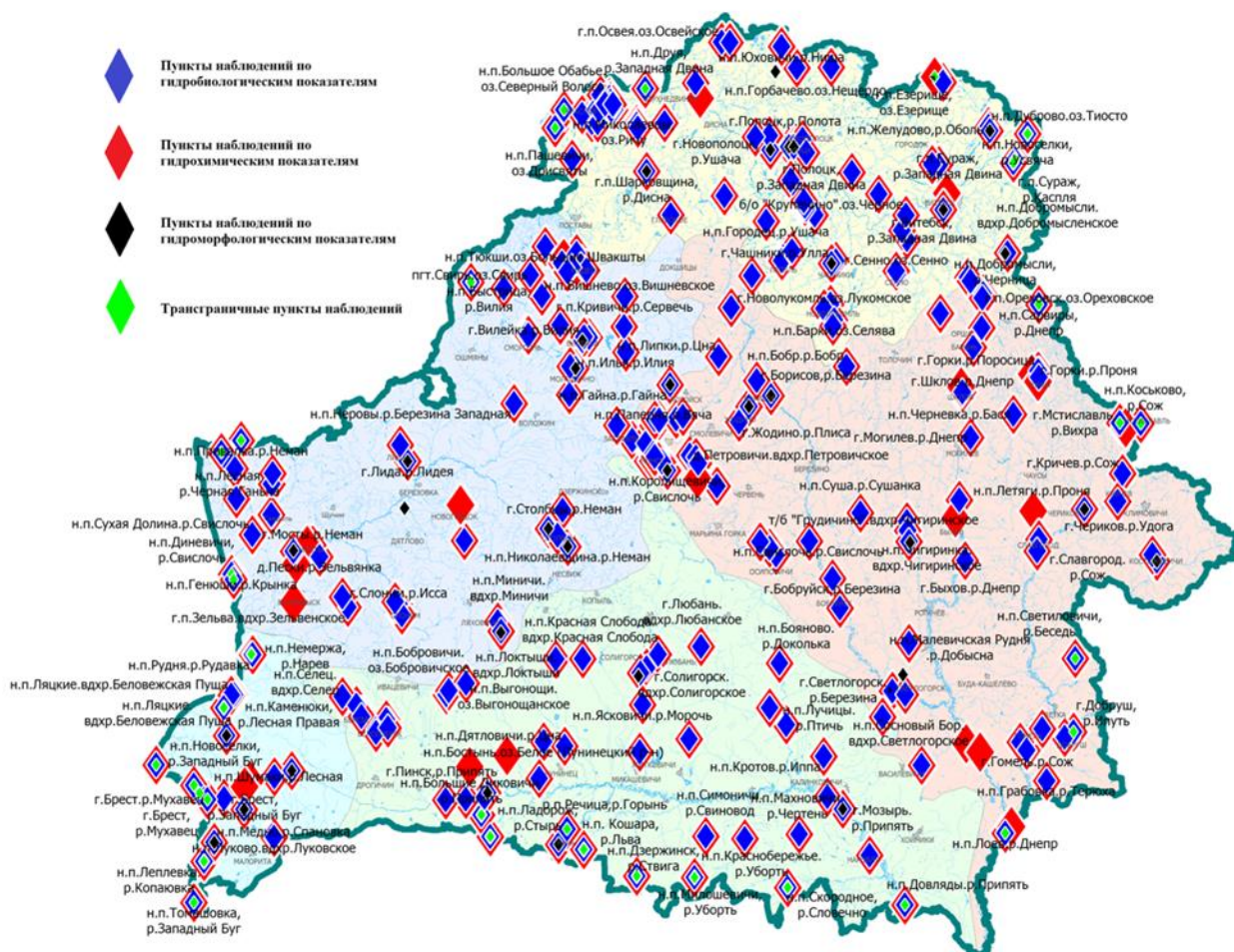


Рисунок 2.4 – Пункты наблюдений государственной сети наблюдений за состоянием поверхностных вод

Наблюдения проводят Белгидромет и государственное учреждение «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды» (далее – РЦАК). Сбор, обработку, обобщение, анализ информации, полученной в результате проведения мониторинга окружающей среды, осуществляет Белгидромет.

Параметры наблюдений

Наблюдения по *гидробиологическим показателям* проводятся по основным сообществам пресноводных экосистем: фитопланктону, зоопланктону и хлорофиллу – в водоемах, фитоперифитону и макрозообентосу – в водотоках.

Наблюдения по *гидрохимическим показателям* проводятся по следующим группам: показатели физических свойств и газового состава воды; биохимическое потребление кислорода (БПК₅); химическое потребление кислорода (ХПК_{Cr}); азотсодержащие вещества; фосфорсодержащие вещества; минеральный состав; содержание металлов; нефть и нефтепродукты; синтетические поверхностно-активные вещества, фенолы, ртуть, мышьяк, ДДТ и продукты его распада, альдрин, дильдрин, эндрин, гептахлор, гептахлорэпоксид, гексахлорбензол, альфа-гексахлорциклогексан, бета-гексахлорциклогексан, гамма-гексахлорциклогексан (линдан), эндо-сульфан, полихлорированные дифенилы (далее – ПХД).

Наблюдения за *химическими параметрами для донных отложений* проводятся по следующим показателям: ДДТ и продукты его распада, альдрин, дильдрин, эндрин, гептахлор, гептахлорэпоксид, гексахлорбензол, альфа-гексахлорциклогексан, бета-гексахлорциклогексан, гамма-гексахлорциклогексан (линдан), эндосульфат, ПХД.

Наблюдения за состоянием поверхностных вод по *гидроморфологическим показателям* проводятся по следующим параметрам: геометрия русла, донные отложения, русловая растительность и органические остатки, характер эрозии и отложений, течение, продольная непрерывность под воздействием искусственных сооружений, структура берега и его изменения, вид растительности / структура растительности на берегах и прилегающих землях, прилегающие земли и связанные с ними особенности, взаимосвязь между руслом и поймой.

Периодичность проведения наблюдений

По гидробиологическим показателям периодичность проведения наблюдений составляет:

- на всех поверхностных водных объектах (кроме трансграничных участков рек, фоновых пунктах наблюдений и р. Свислочь) – 1 раз в год каждые 2 года;
- на трансграничных участках рек и р. Свислочь – 1 раз в год ежегодно;
- на фоновых пунктах наблюдений – 1 раз в год каждые 4 года.

По гидрохимическим показателям периодичность проведения наблюдений составляет:

- на больших водотоках и на участках водотоков в районе расположения источников загрязнения – 12 раз в год ежегодно;
- при отсутствии источников загрязнения – 7 раз в год в периоды основных гидрологических фаз поверхностного водного объекта ежегодно;
- на фоновых участках водотоков – 12 раз в год каждые 4 года;
- на водоемах – 4 раза в год каждые 2 года.

По химическим показателям для донных отложений на трансграничных пунктах периодичность проведения наблюдений составляет 1 раз в год каждые 5 лет.

По гидроморфологическим показателям периодичность проведения наблюдений составляет 1 раз в 10 лет.

Отнесение поверхностных водных объектов (их частей) к классам **экологического состояния (статуса)** осуществляется на основании данных, полученных на пунктах наблюдений государственной сети наблюдений за состоянием поверхностных вод. Экологическое состояние (статус) определяется на основании гидробиологических показателей с использованием гидрохимических и гидроморфологических показателей, классифицируется как отличное, хорошее, удовлетворительное, плохое и очень плохое.

Определение экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов проводится в целях разработки государственных, отраслевых и региональных программ, мероприятий по охране поверхностных водных объектов, включаемых в планы управления речными бассейнами. Планы управления речными бассейнами в том числе включают мероприятия по определению экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов (их частей) в случае, если такое состояние (статус) не определено и мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов (их частей), сроки и ожидаемые показатели их реализации.

Информация о присвоенном классе экологического состояния (статуса) поверхностным водным объектам (их частям) отражается в государственном водном кадастре и размещается на официальном сайте Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Охрана и использование вод осуществляются на основе принципов улучшения экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов (их частей).

Если установлено, что состояние поверхностных водных объектов не отвечает хорошему либо отличному экологическому состоянию (статусу), местные исполнительные и распорядительные органы и водопользователи (местные исполнительные и распорядительные органы на землях общего пользования и землях запаса; юридические лица и граждане, в том числе индивидуальные предприниматели, осуществляющие пользование поверхностными водными объектами на праве обособленного и (или) специального водопользования, аренды и (или) у которых поверхностные водные объекты расположены в границах земельных участков, предоставленных им в установленном порядке), обязаны принимать меры по разработке комплекса мероприятий, направленных на содержание поверхностных водных объектов в надлежащем состоянии, с последующей его реализацией.

Анализ экологической информации о состоянии поверхностных вод, полученной по результатам проведения мониторинга поверхностных вод за 30-летний период, свидетельствует о том, что антропогенному влиянию в наибольшей степени подвержены поверхностные водные объекты в бассейнах рек Западный Буг, Днепр и Припять.

За 2022 г. доля поверхностных водных объектов, которым присвоен «хороший» и выше экологический (гидробиологический) статус, составляет 68 %.

На рисунке 2.5 для бассейнов рек Неман, Западный Буг, Припять, Западная Двина, Днепр отображены присвоенные по результатам наблюдений в 2022 г. классы качества по гидробиологическим, гидрохимическим и гидроморфологическим показателям.

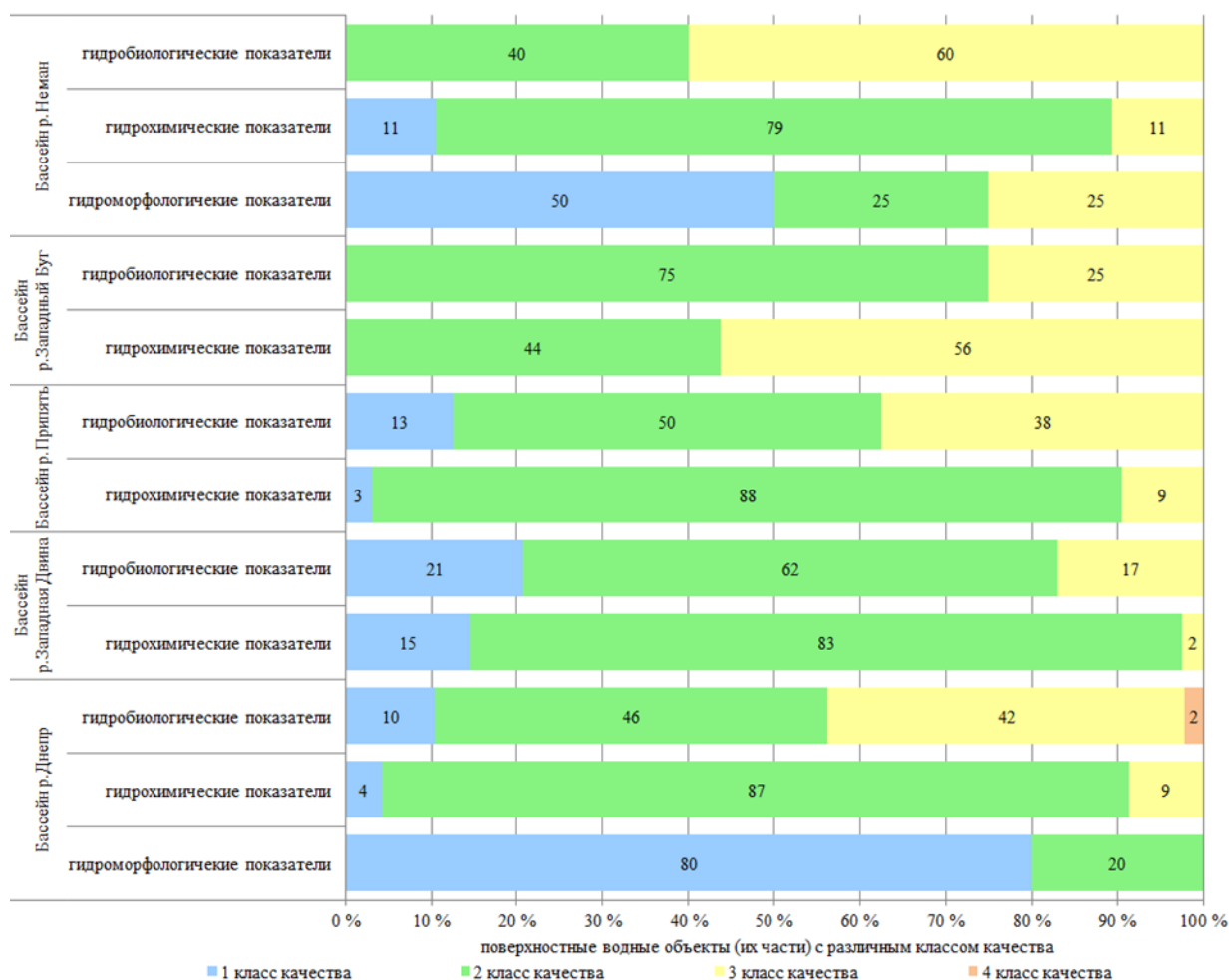


Рисунок 2.5 – Поверхностные водные объекты (их части) с различным классом качества по гидробиологическим, гидрохимическим и гидроморфологическим показателям в 2022 г.

В 2022 г. по сравнению с прошлым периодом наблюдений состояние поверхностных водных объектов (их частей) бассейна р. Западная Двина по гидробиологическим показателям улучшилось, по гидрохимическим показателям можно отметить в целом ухудшение классов качества в бассейнах р. Неман, р. Западный Буг, р. Припять, р. Западная Двина, р. Днепр. Следует отметить, что в 2022 г. р. Свислочь н.п. Дрозды классифицируется 4 классом качества по гидробиологическим показателям (2021 г. – 3 класс качества), также отмечено ухудшение класса качества с 1 на 2 по гидрохимическим показателям, что может свидетельствовать о чрезмерной антропогенной нагрузке на реку.

При сохранении влияния антропогенных и естественных природных факторов на поверхностные водные объекты экологическое состояние (статус) поверхностных водных объектов (их частей) в местах расположения источников вредного воздействия будет находиться на нынешнем уровне либо с тенденцией ухудшения в местах со значительным воздействием на окружающую среду.

Приоритетными показателями, превышения нормативов качества воды по которым чаще других фиксируются в поверхностных водных объектах республики, являются биогенные (аммоний-, нитрит-, фосфат-ионы) и трудноокисляемые органические вещества (по ХПК_{Cr}). В разрезе 30 лет наблюдений необходимо отметить, что в целом тенденции свидетельствуют о снижении содержания загрязняющих веществ в воде поверхностных водных объектов республики (рисунок 2.6).

Тенденция снижения превышений нормативов качества воды по ХПК_{Cr} за 30-летний период наиболее заметна в воде бассейне р. Днепр (1992 г. – 44 % проб, 2022 г. – 20 % проб).

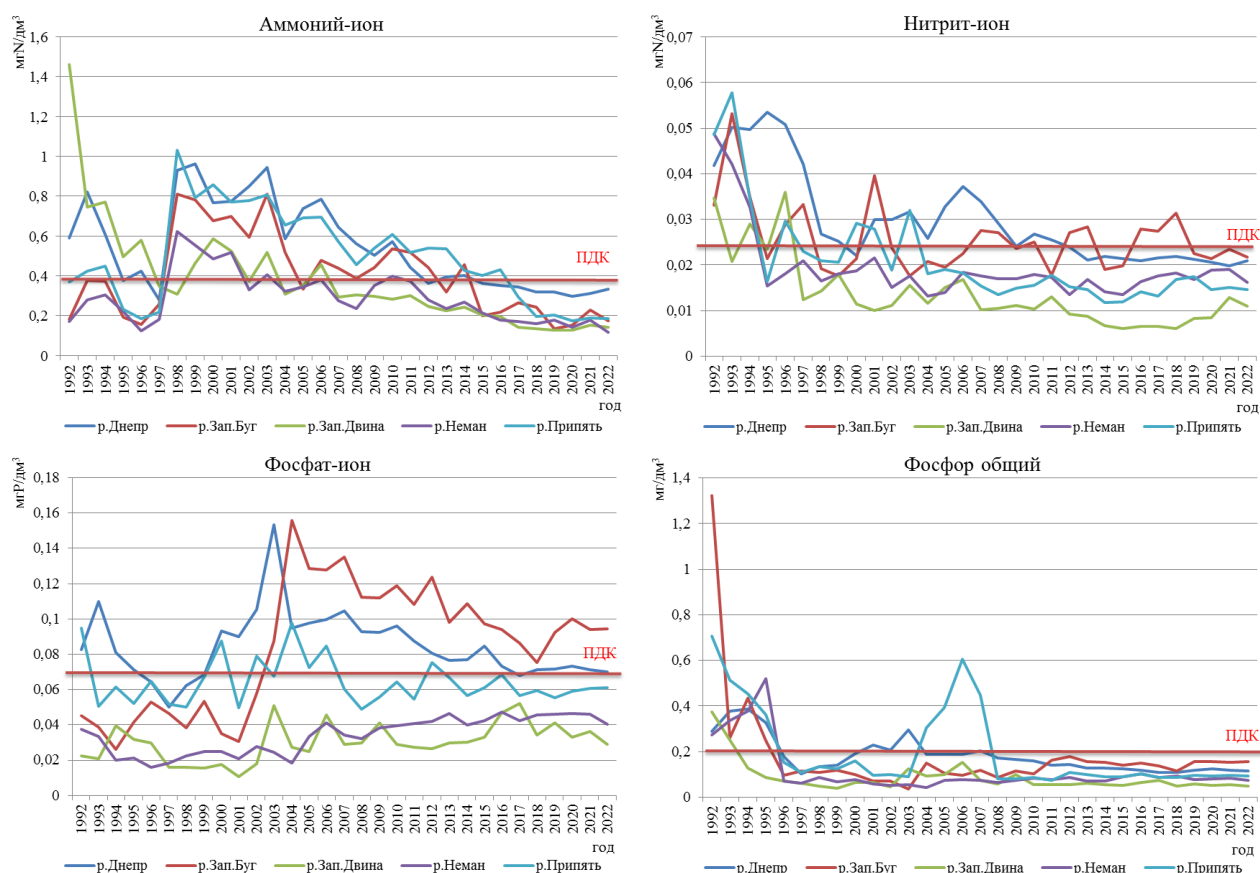


Рисунок 2.6 – Динамика среднегодового содержания биогенных веществ в воде поверхностных водных объектов Республики Беларусь в 1992 – 2022 гг.

Наибольшее количество проб воды с повышенным содержанием аммоний-иона в поверхностных водах республики зафиксировано в конце 1990 – начале 2000 гг. С 2017 г.

в воде бассейнов р. Неман, р. Западный Буг, р. Припять, р. Западная Двина, р. Днепр прослеживается тенденция снижения среднегодовых концентраций аммоний-иона. Наиболее сильное снижение среднегодовых концентраций отмечено в бассейне р. Западная Двина: с 1,46 мгN/дм³ (3,7 ПДК) в 1992 г. до 0,14 мгN/дм³ (0,4 ПДК) в 2022 г.

В последнем десятилетии значительно снизились значения концентраций, превышающих ПДК, по нитрит-иону. С 1997 г. в бассейне р. Западная Двина в сравнении с бассейнами рек Неман, Западный Буг, Припять и Днепр фиксируются наиболее низкие среднегодовые концентрации нитрит-иона (0,012–0,010 мгN/дм³), которые не превышают нормативное значение.

На протяжении длительного времени среднегодовые концентрации фосфат-иона в воде бассейнов р. Днепр (до 2,3 ПДК в 2003 г.) и р. Западный Буг (до 2,4 ПДК в 2004 г.) превышает нормативное содержание, но в тоже время отмечается тенденция снижения фосфат-иона в воде этих бассейнов рек. С 1993 по 2022 гг. наметилась тенденция увеличения содержания фосфат-иона в бассейне р. Неман (1992 г. – 12 % проб, 2022 г. – 14 % проб).

Среднегодовое содержание фосфора общего с 2007 г. по настоящее время во всех бассейнах республики фиксируется на одном уровне и не превышает норматива качества воды. За 30 лет наблюдений среднегодовой максимум фосфора общего был зафиксирован в 1992 г. в бассейне р. Западный Буг и составил 1,3 мг/дм³ (6,6 ПДК), в 2022 г. среднегодовое содержание снизилось до 0,15 мг/дм³ (0,8 ПДК).

С 2021 г. в рамках мониторинга поверхностных вод проводятся наблюдения за состоянием поверхностных вод по гидроморфологическим показателям. С 2021 г. по 2022 г. наблюдения проведены на 16 пунктах наблюдений и по результатам проведенной оценки степени изменений поверхностных вод по гидроморфологическим показателям большинство участков рек по количественной оценке (группа А) имеют близкое к природному состояние, по качественной оценке (группа Б) – состояние от близкого к природному до незначительно измененного.

В скором времени впервые в Республике Беларусь будет создана электронная база данных, содержащая информацию по гидроморфологическим показателям рек и обеспечивающая возможность организованного сбора, хранения и обработки таких данных.

Таким образом, существующая система мониторинга поверхностных вод позволяет своевременно выявлять и предотвращать негативные процессы и их последствия, а также определять эффективность мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану поверхностных вод.

3. Мониторинг подземных вод

Мониторинг подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием подземных вод по гидрогеологическим, гидрохимическим и другим показателям, оценки и прогноза его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану подземных вод.

Наблюдения за состоянием подземных вод в Республике Беларусь проводятся с 1950-х – 1960-х гг. Первый гидрогеологический пост (далее – г/г пост) Березовский был открыт в 1951 г. (г. Береза, Брестская обл.). До 60-х гг. основным масштабным фактором воздействия на подземные воды являлась мелиорация болот и заболоченных земель, что и обусловило структуру и территориальное распределение режимной гидрогеологической сети. Именно поэтому первые г/г посты были открыты на Полесье (Пинский, Столинский, Ситненский и др.). При этом режимные исследования ориентировались на изучение процессов формирования естественного режима подземных вод – влияния на него гидрометеорологических факторов, установление внутригодовых и многолетних закономерностей колебаний уровня и температуры. Однако эта режимная сеть не в полной мере отвечала потребностям изучения их геохимического режима, не учитывала всего многообразия источников антропогенного загрязнения.

В 1970-е – 1980-е гг. ввод в эксплуатацию крупных предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых, химических и других производств, крупных животноводческих комплексов, вызвал изменения качества подземных вод, связанные, прежде всего, с их загрязнением как путем непосредственной инфильтрации стоков, отходов, производственных потерь, так и за счет локального и регионального переноса. Это потребовало совершенствования сети наблюдений за режимом и, особенно, за качеством подземных вод. Научные и производственные гидрогеологические организации, проводившие исследования, адаптировали и совершенствовали структуру режимной сети, технологии наблюдений, методику исследований применительно к новым природоохранным задачам.

В настоящее время работы по проведению мониторинга подземных вод осуществляются структурными подразделениями республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр по геологии» (далее – РУП «НПЦ по геологии»). Сбор первичных данных по гидрогеологическим показателям и отбор проб воды из наблюдательных скважин осуществляется специалистами филиала «Белорусская комплексная геологоразведочная экспедиция». Химический анализ воды проводится филиалом «Центральная лаборатория», аккредитованным на данный вид деятельности. Обработка, хранение и анализ данных по уровенному режиму и качеству подземных вод осуществляются ИАЦ мониторинга подземных вод филиала «Институт геологии» РУП «НПЦ по геологии».

На территории Республики Беларусь режимная сеть расположена в пределах пяти речных бассейнов: р. Днепр, р. Неман, р. Западная Двина, р. Припять, р. Западный Буг (рисунок 3.1).

Объектами государственной сети наблюдений являются грунтовые и артезианские подземные воды. **Пунктами наблюдений** государственной сети наблюдений являются наблюдательные скважины или группа скважин (г/г посты), оборудованные на разные водоносные горизонты и включенные в государственный реестр пунктов наблюдений Национальной системы государственной сети наблюдений за состоянием окружающей среды в Республике Беларусь (далее – государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС).

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСТЫ

(цифра внутри - количество действующих скважин)

- Без ранга
- Трансграничного ранга
- Фонового ранга

Прочие знаки

— Границы речных бассейнов

Основные речные бассейны Республики Беларусь

- Днепр
- Западный Буг
- Припять
- Неман
- Западная Двина

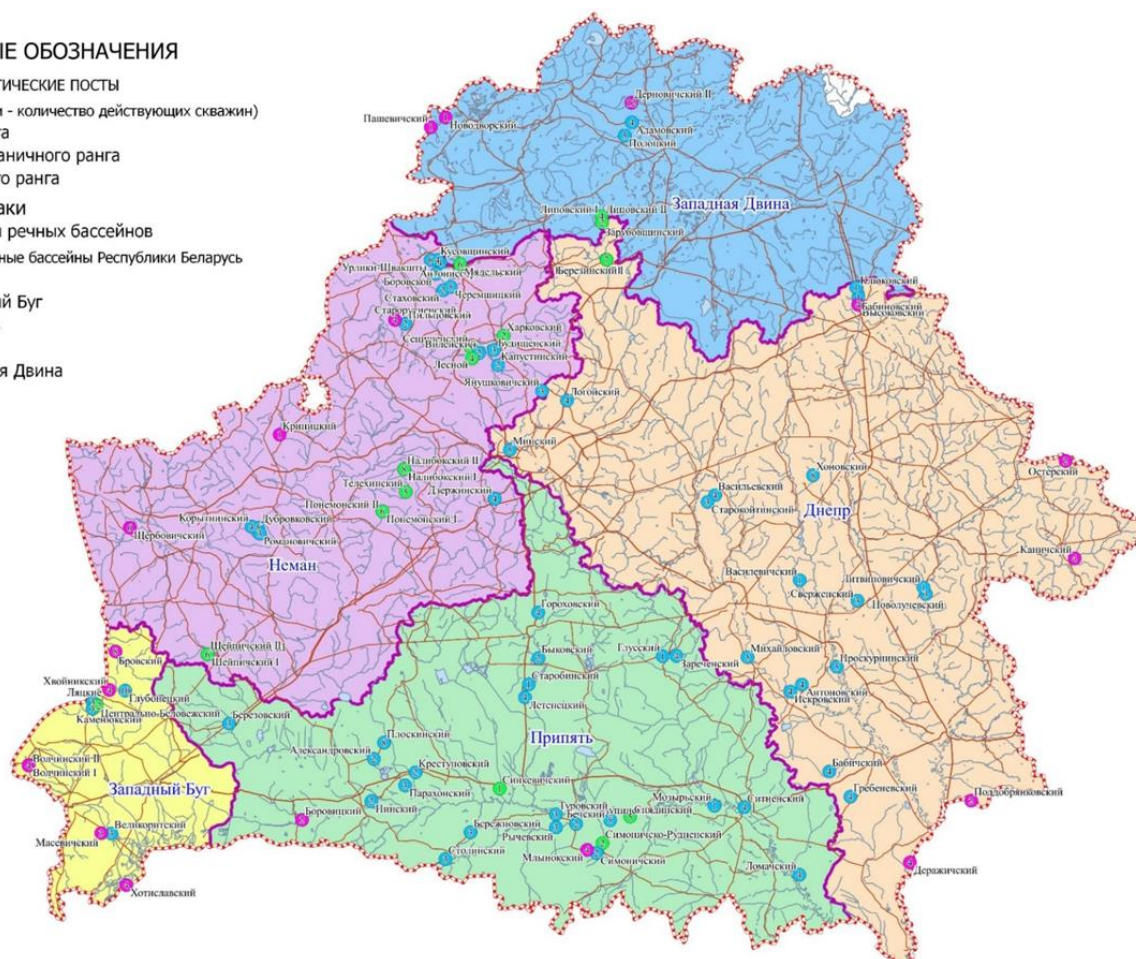


Рисунок 3.1 – Карта-схема пунктов наблюдения за уровнем режимом и качеством подземных вод (по состоянию на 1 января 2023 г.)

На момент создания НСМОС (в 1993 г.) в части мониторинга подземных вод наблюдательная сеть включала 487 пунктов наблюдений (скважин) 96 г/г постов, в 2022 г. – 355 пунктов наблюдений (скважин) 101 г/г поста (рисунки 3.2, 3.3).

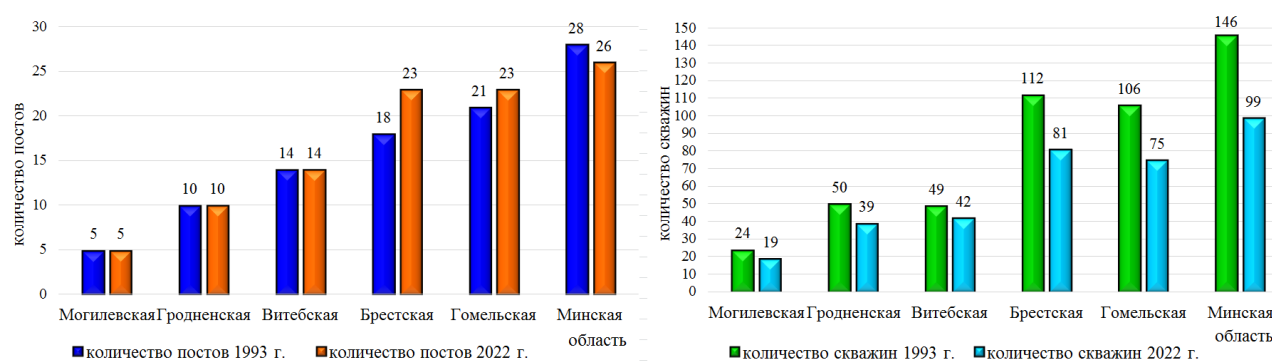


Рисунок 3.2 – Распределение г/г постов и пунктов наблюдений (скважин) по административным областям в 1993 г. и 2022 г.

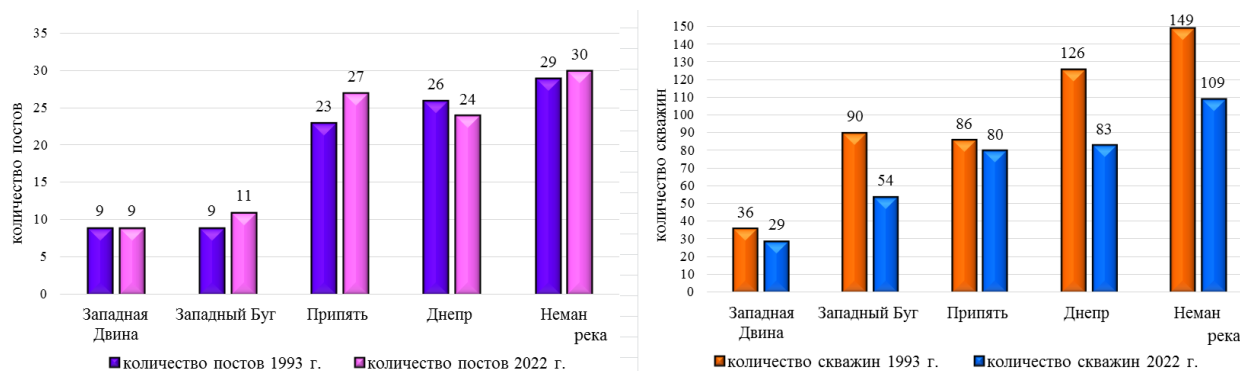


Рисунок 3.3 – Распределение г/г постов и пунктов наблюдений (скважин) по речным бассейнам в 1993 г. и 2022 г.

На протяжении последних 30 лет количество пунктов наблюдений изменялось: открывались новые г/г посты, некоторые посты закрывались (рисунок 3.4).

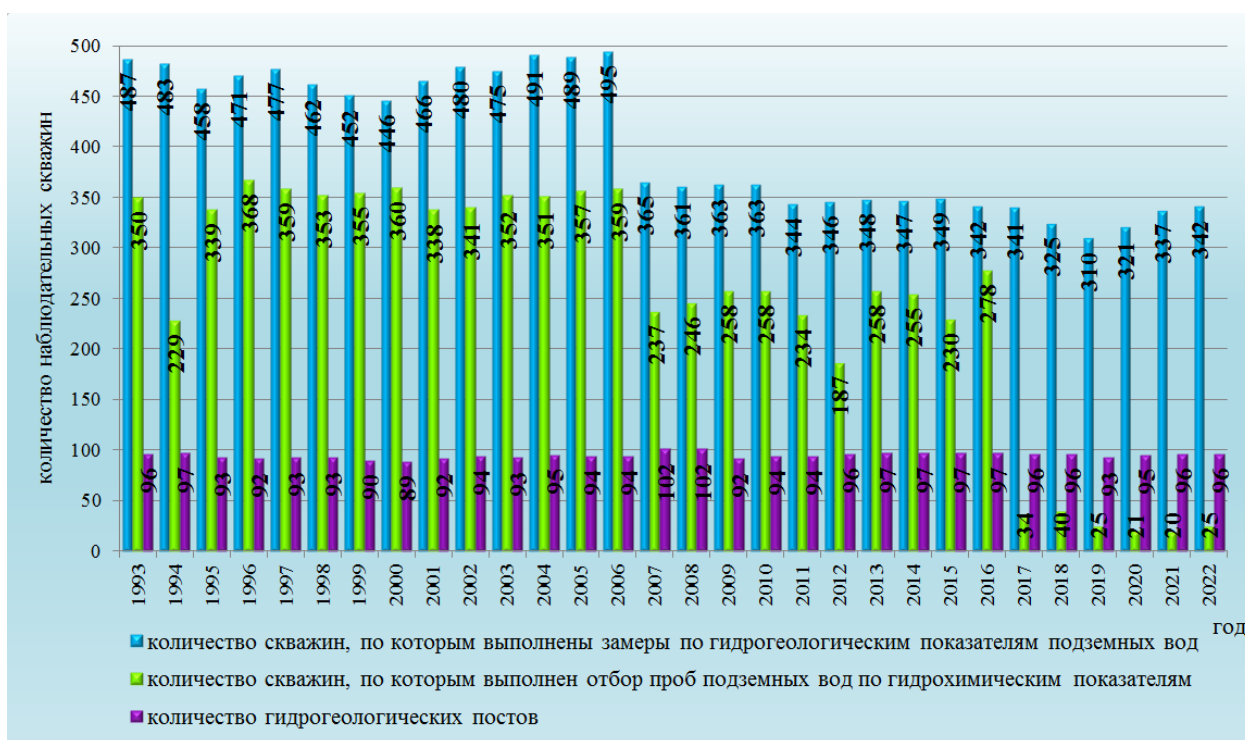


Рисунок 3.4 – Динамика количества скважин и г/г постов, на которых проводились наблюдения, за гидродинамическим и гидрогеохимическим режимами подземных вод в 1993 – 2022 гг.

Государственная сеть наблюдений за состоянием подземных вод организовывается с учетом границ речных бассейнов и включает в себя в том числе фоновые и трансграничные пункты наблюдений. **Фоновые пункты наблюдений** предназначены для осуществления наблюдений за состоянием подземных вод в их взаимодействии с биосферными явлениями без наложения на них региональных антропогенных воздействий и с учетом общей гидродинамической и гидрогеохимической зональности подземных вод. **Трансграничные пункты наблюдений** предназначены для осуществления наблюдений за состоянием подземных вод, данные которых используются для оценки трансграничного воздействия на окружающую среду и представляются в рамках международного сотрудничества. В настоящее время, к фоновому рангу отнесен 21 г/г пост (75 скважин), к трансграничному – 20 г/г постов (70 скважин), также 60 г/г постов (210 скважин) без ранга.

Изменение физико-химического состава подземных вод в естественных условиях

Оценка химического состава и качества подземных вод проводилась в соответствии с требованиями «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99». На протяжении последних 30 лет наблюдений, гидрохимические исследования проводились по следующим показателям: водородный показатель, жесткость общая, жесткость карбонатная, окисляемость перманганатная; *макрокомпонентам*: сухой остаток, общая минерализация, хлориды, сульфаты, карбонаты, гидрокарбонаты, нитрат-ион, натрий, калий, кальций, магний, аммоний-ион, углекислота свободная, железо общее, окись кремния, нитрит-ион; *микрокомпонентам*: фториды, марганец, бор, полифосфаты, свинец, медь, цинк, кадмий, а также по *органолептическим показателям* (мутность, цветность, запах и осадок).

Исследования за 30-летний период показали, что периодически фиксировались повышенные содержания в подземных водах аммоний-иона, нитрат-иона, нитрит-иона, окисляемости перманганатной, жесткости общей, окиси кремния, марганца, железа общего, а также превышающие ПДК показатели по мутности, цветности, запаху и пониженные концентрации фторидов (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Количество проб подземных вод с выявленными превышениями ПДК химических компонентов в подземных водах за 1993 – 2022 гг.

Несмотря на то, что в каждом бассейне можно определить скважины, где фиксируются превышения ПДК по тем или иным компонентам (практически повсеместное превышение ПДК по железу общему, обусловленное природным происхождением; повышенное содержание азотсодержащих соединений, вызванных влиянием антропогенных факторов) анализ данных по физико-химическому составу подземных вод за последние 30 лет показывает, что качество опробованных грунтовых и артезианских вод по содержанию в них основных физико-химических показателей, соответствует установленным нормативам качества. Так, в период с 1993 по 2022 гг. качество подземных вод отвечало установленным требованиям от 92,7–92,84 % проб подземных вод (в 1992 г. и в 2015 г. соответственно) до 99,2 % проб подземных вод (в 2002 г.). В среднем этот показатель находился на уровне 94–96 % (за исключением железа общего).

Общие тенденции изменения качества

для грунтовых вод:

1) в течение длительного периода наблюдается неудовлетворительное качество воды в скважинах, расположенных в пределах населенных пунктов, в районах животноводческих ферм, очистных сооружений и т.д;

2) в последние годы улучшилось качество воды на ряде постов, расположенных на сельскохозяйственных угодьях, что вероятно, связано с уменьшением количества вносимых удобрений;

для артезианских вод:

в целом качество вод стабильно и соответствует установленным нормам, за исключением единичных скважин, где обнаружены очаги загрязнения.

Уровенный режим подземных вод в естественных условиях

Изучается в пределах пяти речных бассейнов: р. Западная Двина, р. Днепр, р. Неман, р. Припять, р. Западный Буг и формируется, в основном, под влиянием метеорологических, гидрологических и геологических факторов.

Анализ собранных данных позволил охарактеризовать уровенный режим за последние 30 лет наблюдений на всей территории Республики Беларусь и выявить основные тенденции его формирования:

- подземная гидросфера находится в постоянном изменении и в естественных условиях во многом определяется метеорологическими факторами (осадки, испарение, температура воздуха, атмосферное давление). Сезонные колебания уровня обусловлены неравномерностью выпадения осадков и изменениями температуры воздуха в течение года. Питание подземных вод осуществляется на всей территории республики, причем площади инфильтрации и разгрузки чередуются в зависимости от особенностей рельефа и распределения гидрографической сети;

- территория Беларуси, с почти постоянным сезонным промерзанием почво-грунтов, характеризуется весенним и осенним питанием. В связи с этим четко выражены весенний (период весеннего снеготаяния) и осенний (период осенних дождей) максимумы высотного положения уровня и наличие двух периодов (летнего и зимнего), для которых свойственно снижение уровня в результате испарения и оттока;

- колебания уровней артезианских вод практически повторяют (иногда с запаздыванием) колебания уровней грунтовых вод, что подтверждает тесную гидравлическую взаимосвязь между водоносными горизонтами;

- годовой ход изменения уровня подземных вод в разных регионах республики и разные годы различен. Основные экстремумы в уровенном режиме подземных вод связаны с периодами питания водоносных горизонтов. Однако следует отметить, что за последние несколько лет изменилась годовая цикличность хода уровней подземных вод. В годовом цикле практически полностью пропали зимние спады (минимумы) уровней, а

летние минимумы сместились на осенние месяцы сентябрь – октябрь и только в отдельных случаях попадают на июнь и август.

Анализ сезонных изменений уровней подземных вод, проведенный по каждому из речных бассейнов за период с 1993 по 2022 гг. по скважинам с наиболее полными рядами наблюдений, свидетельствует о постоянных колебаниях уровней подземных вод, при этом, тенденций к развитию существенного нисходящего или восходящего тренда в динамике этих колебаний не наблюдается (рисунок 3.6).

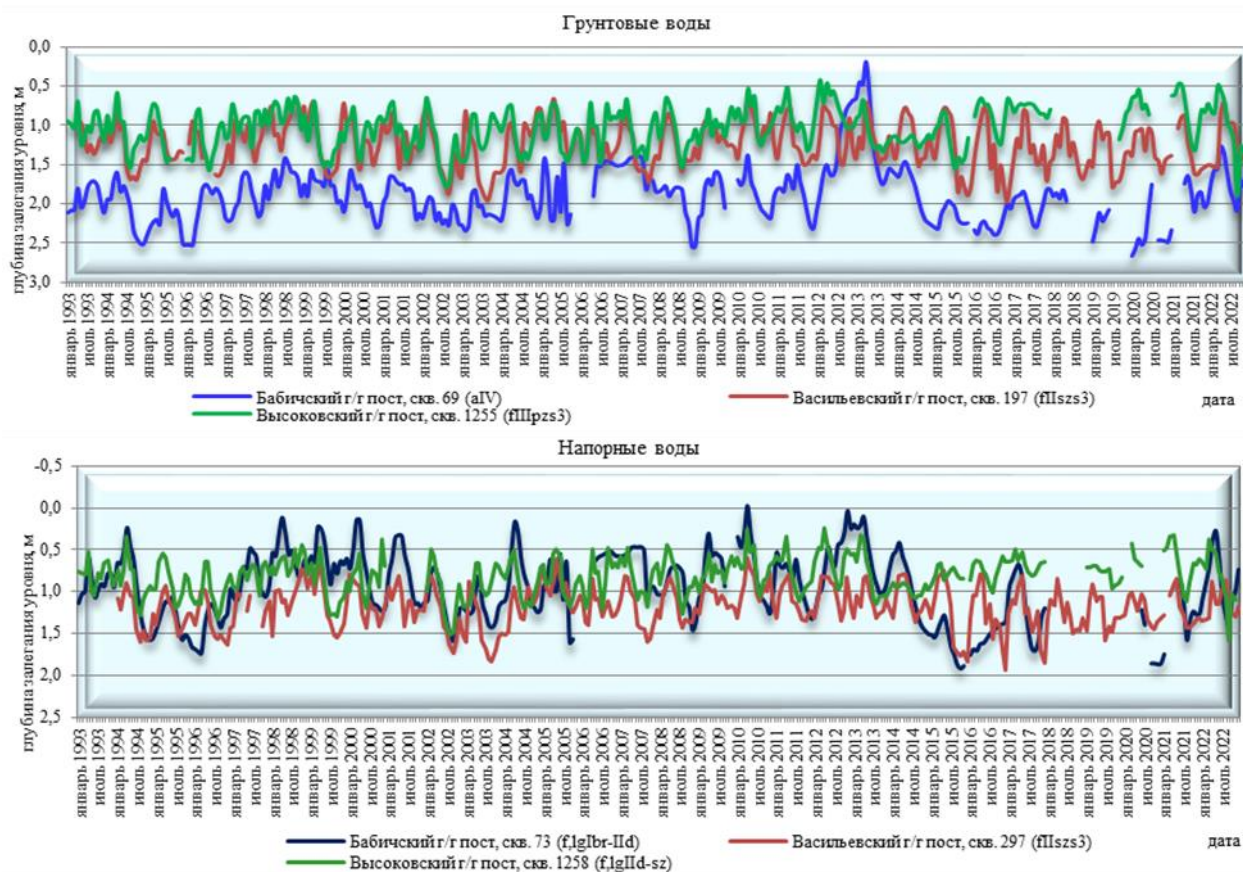


Рисунок 3.6 – Сезонные изменения уровней подземных вод за период 1993 – 2022 гг. в бассейне р. Днепр (на примере скважин Бабицкого, Васильевского, Высоковского г/г постов)

Информация по мониторингу подземных вод за различные периоды (в зависимости от решаемых задач) предоставляется по запросам организаций и используется для выполнения различных проектов и научно-исследовательских работ, в том числе:

проектно-изыскательским республиканским унитарным предприятием «Белгипроводхоз» при выполнении проекта «Нарушенное болото «Хоревское» с целью повторного заболачивания», а также для выполнения темы: «Оценка водоснабжения населенных пунктов Столбцовского района»;

республиканским научным дочерним унитарным предприятием «Институт мелиорации» (далее – РУП «Институт мелиорации») при выполнении научного сопровождения Правительственной программы по Национальному парку «Беловежская пуца» и его охранной зоне;

государственным научно-производственным объединением «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» (далее – НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам) для разработки Плана управления Национального парка «Беловежская Пуца» по заданию Управления делами Президента Республики Беларусь;

ООО «Современные промышленные технологии» в качестве рекомендаций для дальнейшего использования систем водоподготовки и водоочистки на территории Республики Беларусь.

Учреждению образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» представлены сведения о загрязнении подземных вод на пунктах наблюдений, расположенных на территории Республики Беларусь; филиалу «Белорусская комплексная геолого-разведочная экспедиция» РУП «НПЦ по геологии» переданы рекомендации по дальнейшему развитию и организации гидрогеологических постов на приграничных территориях Республики Беларусь, что подтверждено актами о внедрении.

На основании результатов мониторинга составлена комплексная (сводная) карта осадочного чехла Беларуси масштаба 1:500000 и определены перспективные участки для поисков и разведки новых разновидностей минеральных вод и рассолов различных потребительских категорий.

Данные по мониторингу подземных вод были использованы при проведении работ по переоценке запасов подземных вод водозаборов г. Минска, что позволило выполнить столь многомасштабную работу в сжатые сроки.

Многолетние данные, полученные по режимной сети скважин, являлись основой для успешного завершения международного проекта для разработки плана управления по бассейну р. Днепр, а также пилотному проекту по водозабору «Новинки». В ходе работы над этими проектами, международным экспертом был отмечен высокий уровень ведения мониторинга подземных вод (полнота и достоверность данных, непрерывные ряды наблюдений и т.д.) на территории Республики Беларусь, что по многим критериям соответствует требованиям Водной Рамочной Директивы Европейского Союза. Выполнены пилотные Международные проекты «Водная Инициатива Европейского Союза плюс для Восточного Партнерства» (EUWI+). Данные о состоянии подземных вод являлись ключевым звеном при проведении одного из сложных и новых (в части выполнения требований Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте) для Республики Беларусь пилотного проекта по Хотиславскому месторождению мела.

Накопленные данные и знания в области мониторинга подземных вод в дальнейшем позволят принимать участие в выполнении проектов и научно-исследовательских работ по изменению климата и оценке ресурсного потенциала подземных вод Республики Беларусь.

В будущем необходимо дальнейшее совершенствование системы наблюдений, структуры режимной сети, методов исследований применительно к решению проблем охраны подземных вод и рационального недропользования, а именно:

- оптимизация режимной сети с целью создания минимально необходимого, но достаточного для поставленных задач количества наблюдательных пунктов;

- оборудование всех пунктов наблюдений автоматизированными приборами для измерения уровней и температуры воды;

- развитие и совершенствование автоматизированной системы баз данных мониторинга подземных вод в соответствии с современными информационными технологиями;

- разработка постоянно действующих математических моделей, прогнозирование изменения качества подземных вод в естественных условиях и на участках загрязнений.

4. Радиационный мониторинг

Радиационный мониторинг в составе НСМОС осуществляется с целью наблюдений за естественным радиационным фоном; радиационным фоном в районах воздействия потенциальных источников радиоактивного загрязнения; радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвы, на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС.

В настоящее время функционируют *120 пунктов наблюдений радиационного мониторинга*:

43 пункта наблюдений радиационного мониторинга *атмосферного воздуха*;

19 пунктов наблюдений радиационного мониторинга *поверхностных вод*;

6 пунктов наблюдений радиационного мониторинга *подземных вод*;

52 пункта наблюдений радиационного мониторинга *почвы*.

Радиационный мониторинг атмосферного воздуха

Система радиационного мониторинга на территории Республики Беларусь основана на теории и практике мониторинга, созданного в СССР и имеющего полувековую историю.

Начиная с 1963 г. в Беларуси на сети гидрометеорологических станций начали проводить измерения мощности дозы гамма-излучения (далее – МД), а затем были введены пункты контроля радиоактивных выпадений из атмосферы (отбор проб с помощью горизонтальных планшетов).

После аварии на Чернобыльской АЭС сеть радиационного мониторинга атмосферного воздуха была значительно расширена: 57 пунктов наблюдений радиационного мониторинга по измерению МД; 30 пунктов наблюдений по контролю за радиоактивными выпадениями из приземного слоя атмосферы.

В связи со стабилизацией радиационной обстановки, с 2000 г. постепенно проводилась оптимизация сети радиационного мониторинга: количество пунктов наблюдений сократилось до 41 пункта наблюдений по измерению МД; 24 пункта наблюдений, на которых проводятся наблюдения за радиоактивными выпадениями из приземного слоя атмосферы.

В 2017 – 2018 гг. в связи со строительством Белорусской АЭС была создана сеть из 10 пунктов наблюдений радиационного мониторинга в районе ее воздействия, состоящая из 3 пунктов наблюдений за радиоактивным загрязнением воздуха, 3 пунктов наблюдений за радиоактивным загрязнением поверхностных вод и 4 пунктов наблюдений за радиоактивным загрязнением почв.

В настоящее время функционирует 43 пункта наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха, в том числе 3 пункта наблюдений в районе воздействия Белорусской АЭС, 2 пункта наблюдений, которые находятся на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (далее – ППРЭЗ):

41 дозиметрический пост – уровни МД измеряются ежедневно, включая выходные и праздничные дни – стационарные;

2 пункта наблюдений, которые находятся на территории ППРЭЗ – измерения проводятся с помощью портативной установки.

На данных пунктах наблюдений из оборудования используется в том числе:

25 горизонтальных планшетов – наблюдения за радиоактивными выпадениями из приземного слоя атмосферы;

12 фильтровентиляционных установок – наблюдения за радиоактивными аэрозолями в приземном слое атмосферы.

Параметры наблюдений: МД, суммарная бета-активность, активность гамма-излучающих радионуклидов (цезия-137, берилия-7, свинца-210), активность стронция-90.

Анализ данных за многолетний период наблюдений показал, что повышенные уровни МД регистрируются в пунктах наблюдений в гг. Брагин и Славгород, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения (рисунок 4.1). Следует отметить, что МД гамма-излучения постоянно снижается за счет радиоактивного распада цезия-137 и процесса его заглубления в почве.

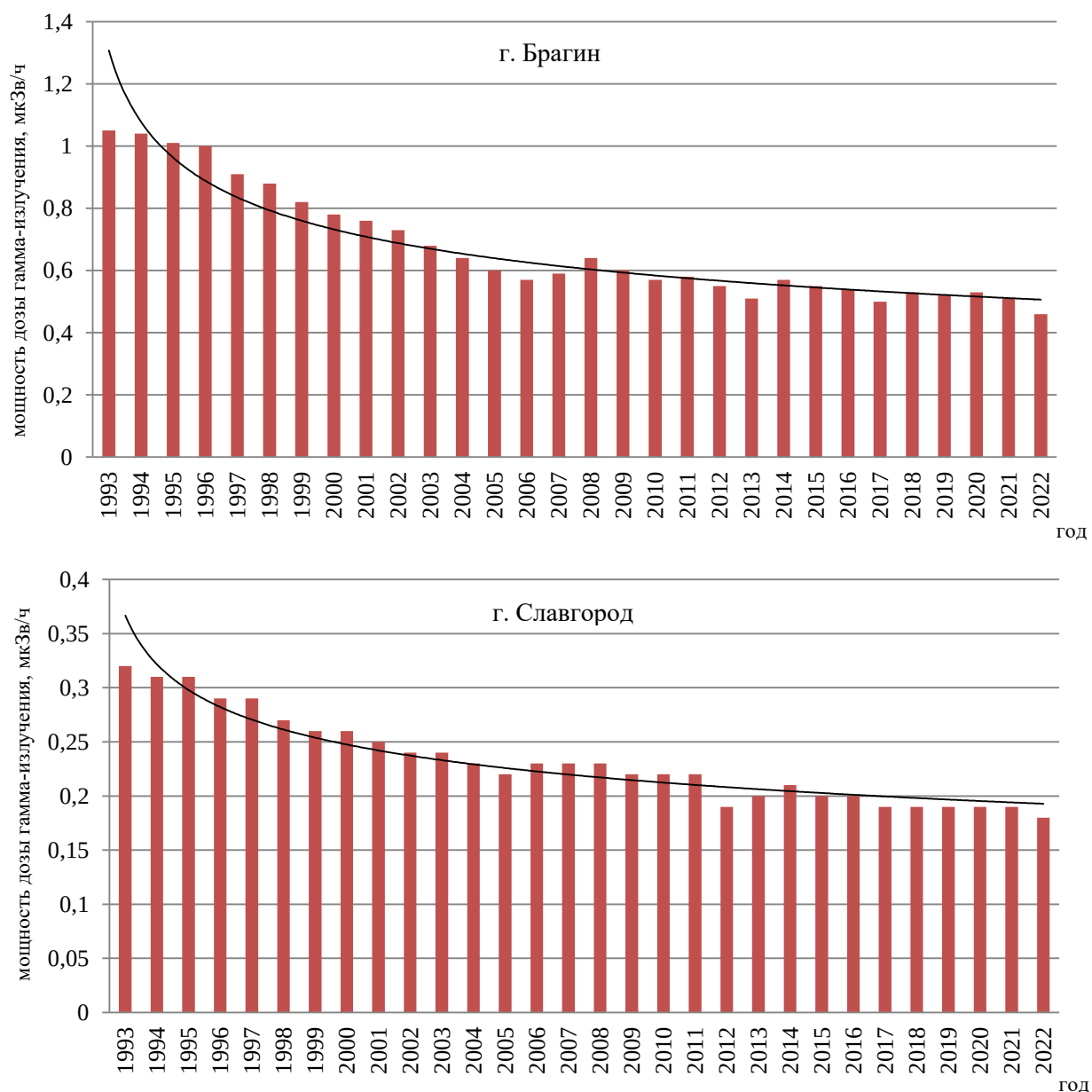


Рисунок 4.1 – Динамика изменения мощности дозы гамма-излучения на пунктах наблюдений в г. Брагин и г. Славгород в период 1993 – 2022 гг.

В остальных пунктах наблюдений МД не превышает уровень естественного гамма-фона (до 0,20 мкЗв/ч).

За многолетний период наблюдений не зафиксировано ни одного случая превышения контрольных уровней суммарной бета-активности, при превышении которых проводятся защитные мероприятия: для выпадений из атмосферы – $110 \text{ Бк/м}^2\text{сут}$ и для аэрозолей приземного слоя атмосферы – $3700 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$.

Значения объемной активности цезия-137 в аэрозолях значительно ниже значений уровней радиационного воздействия, используемых для обеспечения радиационной безопасности, установленных Гигиеническим нормативом «Критерии оценки радиационного воздействия», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 213 (далее – Гигиенический норматив). В 2011 г. наблюдалось повышенное содержание цезия-137 почти во всех пунктах наблюдений, обусловленное аварией на японской АЭС Фукусима-1. В 2015 г. на пунктах наблюдений в Мозырь и Гомель, повышенное содержание данного радионуклида обусловлено крупными пожарами в зоне отчуждения, как в Украине, так и на территории Республики Беларусь (рисунок 4.2).

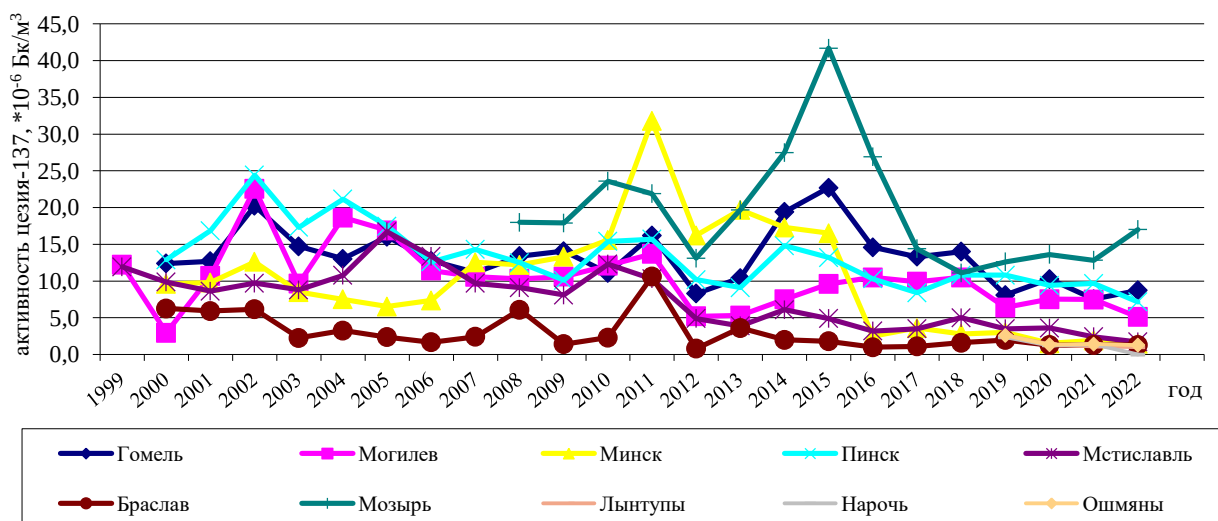


Рисунок 4.2 – Среднее содержание цезия-137 в пробах радиоактивных аэрозолей на пунктах наблюдений за период 1999 – 2022 гг.

Следует отметить, что 3–5 октября 2017 г. на пунктах наблюдений Браслав, Пинск и Гомель в пробах аэрозолей выявлено незначительное содержание рутения-106, его объемная активность в воздухе составляла $(21–350) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что связано с выбросом рутения-106 неизвестным источником.

Радиационная обстановка на территории республики оставалась стабильной. В пробах радиоактивных аэрозолей и выпадений из атмосферы, отобранных в зонах воздействия работающих АЭС, расположенных на территории сопредельных государств, короткоживущих изотопов, в том числе йода-131, не обнаружено, за исключением 2011 г., когда в марте – апреле было зафиксировано наличие йода-131, обусловленное аварией на АЭС Фукусима-1.

Радиационный мониторинг поверхностных вод

Источниками радиоактивного загрязнения речных вод после аварии на Чернобыльской АЭС были как непосредственные выпадения аэрозолей на водную поверхность, так и поступление радионуклидов с загрязненной поверхности водосборов со стоком воды и частицами почвы во время дождей или таяния снега, локальное поступление радионуклидов с загрязненными водами притоков.

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод на территории Беларуси до чернобыльской аварии не проводился. В 1986 г. после аварии на Чернобыльской АЭС отбирались пробы воды на реках и озерах Беларуси. Однако эти наблюдения нельзя считать систематическими. Начиная с 1987 г. регулярные наблюдения за радиоактивным загрязнением поверхностных вод проводились на пяти основных реках

Беларуси, протекающих по загрязненной территории: р. Днепр (г. Речица), р. Сож (г. Гомель), р. Припять (г. Мозырь), р. Ипуть (г. Добруш) и р. Беседь (д. Светиловичи).

На сегодняшний день радиационный мониторинг поверхностных вод проводится на 19 пунктах наблюдений:

на 6 крупных и средних реках Беларуси, водосборы которых подверглись радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС: р. Днепр (г. Речица), р. Припять (г. Мозырь), р. Сож (г. Гомель), р. Ипуть (г. Добруш), р. Беседь (д. Светиловичи) и р. Нижняя Брагинка (д. Гдень);

7 пунктов наблюдений за радиоактивным загрязнением поверхностных вод, проводимых на трансграничных участках рек и озер – оз. Дрисвяты (д. Пашевичи), которое являлось водоемом-охладителем Игналинской АЭС, р. Словечно (д. Скородное), р. Нижняя Брагинка (д. Гдень), р. Днепр (г. Лоев) – Чернобыльская АЭС, р. Горынь (г. Речица), р. Стырь (д. Ладорож) – Ровенская АЭС, р. Сож (д. Коськово) – Смоленская АЭС;

3 пункта наблюдений, расположенных в районе размещения Белорусской АЭС: р. Виляя (д. Быстрица) (является и трансграничным пунктом наблюдения); оз. Нарочь (к.п. Нарочь) и оз. Свирь (п. Свирь);

3 пункта наблюдений, расположенных на территории ПГРЭЗ – р. Несвич (д. Кулажин), р. Вить (д. Тульговочи), Погонянский канал (д. Погонное).

В отобранных пробах определяются параметры наблюдений: суммарной альфа-, бета-активности, объемная активность цезия-137 и стронция-90, а также активность цезия-137 и стронция-90 в донных отложениях.

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют, что радиационная обстановка на водных объектах остается стабильной, за исключением р. Нижняя Брагинка. Объемная активность цезия-137 и стронция-90 в воде рек значительно ниже референтных уровней, предусмотренных Гигиеническим нормативом (10000 Бк/м^3), хотя все еще выше уровней, наблюдавшихся до аварии на Чернобыльской АЭС.

В воде в р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, наблюдается более высокое содержание радионуклидов в воде по сравнению с другими наблюдаемыми реками. Наблюдаемые значительные колебания концентраций радионуклидов обусловлены вторичным загрязнением поверхностных вод. Так, концентрации стронция-90 в поверхностных водах напрямую зависят от водности года, поскольку стронций-90 в почве находится в основном в ионообменной форме и его смыл талыми и дождевыми водами с водосбора происходит в растворенном состоянии, заметно усиливаясь во время паводков. В 2017 и в 2018 гг. содержание радионуклидов было значительно ниже, чем в предыдущие годы наблюдений (рисунок 4.3, 4.4).

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что, начиная с 1991 г., проявляется отчетливая тенденция уменьшения выноса цезия-137 через створы рек Беларуси, протекающих по территории России и Беларуси. Основными факторами снижения концентрации цезия-137 в поверхностных водах рек является значительное уменьшение смыва радионуклида с поверхности водосбора, связанное с уменьшением количества его обменных форм в почвах, а также его естественный распад. Если в первые несколько лет после аварии на Чернобыльской АЭС наблюдался заметный трансграничный перенос цезия-137 с поверхностными водами таких рек, как Ипуть и Беседь, то в настоящее время трансграничный перенос цезия-137 с водами этих рек незначителен.

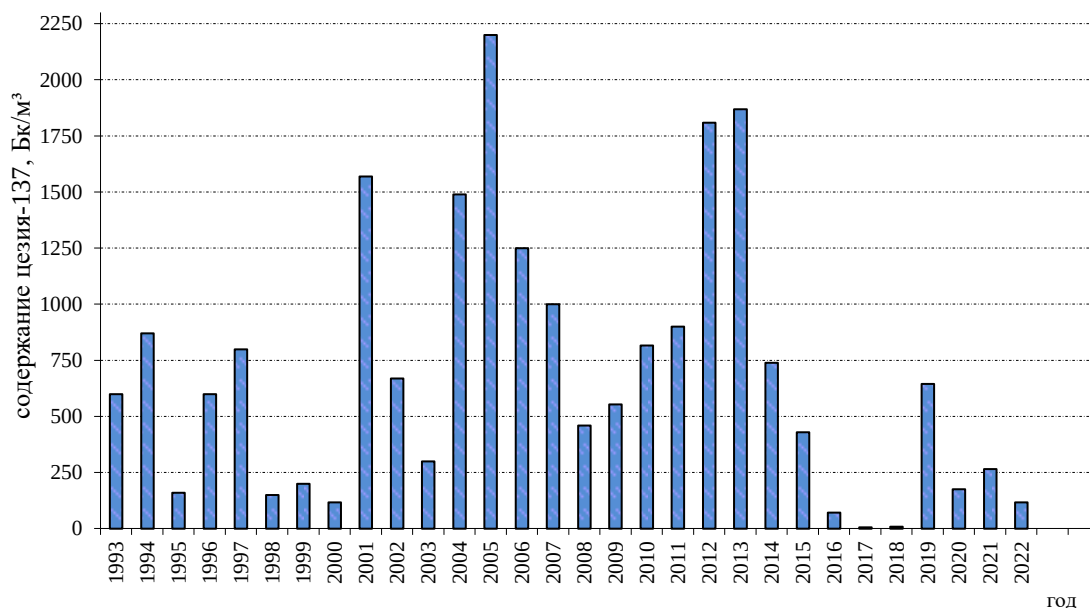


Рисунок 4.3 – Динамика среднегодовых концентраций цезия-137 в воде р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) за период 1993 – 2022 гг.

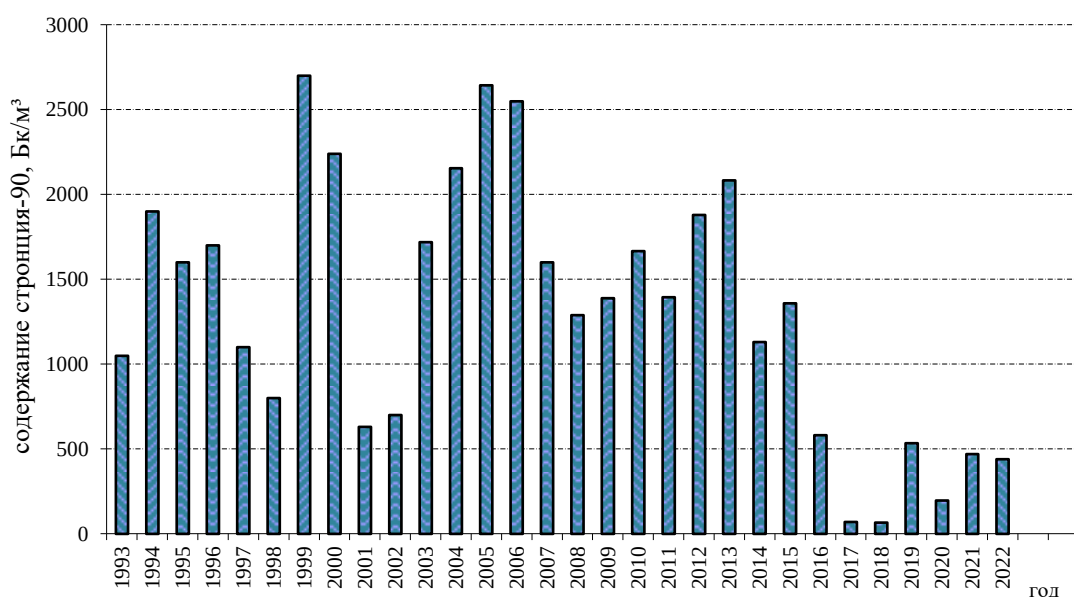


Рисунок 4.4 – Динамика среднегодовых концентраций стронция-90 в воде р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) за период 1993 – 2022 гг.

Радиационный мониторинг почвы

После чернойбыльской аварии проводился на реперной сети, которая включала 181 реперную площадку (далее – РП) и 18 ландшафтно-геохимических полигонов (далее – ЛГХП).

Многолетние наблюдения за процессами вертикальной миграции радионуклидов чернойбыльского происхождения проводятся на сети ЛГХП, расположенных в типичных ландшафтно-геохимических условиях в зонах с различными уровнями загрязнения цезием-137 и стронцием-90. Это позволяет оценить динамику миграционных процессов в различных типах почв.

Наблюдения на РП позволяют провести оценку долговременных изменений радиационной обстановки на территории Республики Беларусь.

В настоящее время сеть радиационного мониторинга почвы состоит из 52 пунктов наблюдений: 38 РП и 14 ЛГХП, в том числе 4 пункта наблюдений в районе воздействия Белорусской АЭС, 3 пункта наблюдений, которые находятся на территории ПГРЭЗ.

Параметры наблюдений: на РП – уровень МД, активность цезия-137, стронция-90; на ЛГХП – уровень МД, послойный отбор с шагом 1 см распределение активности цезия-137 и стронция-90 в почве на глубине 30 см (10 см для пунктов наблюдений, находящихся в районе воздействия Белорусской АЭС).

Глубина проникновения радионуклидов в почвенном профиле зависит от свойств радионуклида, степени гидроморфности почвы, а также от наличия геохимических барьеров.

В первые годы после аварии на Чернобыльской АЭС скорость вертикальной миграции обуславливалась в основном двумя механизмами – диффузией и конвективным переносом радионуклидов вглубь почвы с потоком влаги, причем именно конвективный перенос определял глубину проникновения радионуклидов.

Спустя 20 лет после аварии были выявлены новые тенденции в перераспределении радионуклидов по почвенному профилю, которые подтверждаются результатами исследований последних 10 лет. Диффузия была и остается доминирующим механизмом вертикальной миграции как в период после аварии, так и в настоящее время (в зависимости от типа почв от 60 до 95 % от общего запаса радионуклидов в верхнем 30-см слое почвы мигрируют за счет диффузионных процессов), конвективный же перенос перестал играть значимую роль в перераспределении цезия-137.

В настоящее время в почвах различного генезиса и степени увлажненности линейная скорость миграции цезия-137 приблизительно равна и составляет 0,25-0,35 см/год, хотя в первое десятилетие после аварии она значительно варьировалась: для дерново-подзолистых почв различного гранулометрического состава эта величина составляла менее 0,4 см/год, для дерново-подзолистых песчаных и супесчаных с признаками избыточного увлажнения – 0,4-0,7 см/год, для дерново-подзолистых глееватых и глеевых – 0,7–1,2 см/год.

Большая часть радионуклидов, выпавших на поверхность почвы и вступивших во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом, находится в фиксированной форме, что не позволяет цезию-137 проникать вглубь почвенного профиля вместе с коллоидными частицами. Наличие геохимических барьеров (мощных слоев дернины, перегнойных горизонтов, прослойки глинистых минералов) обуславливает снижение интенсивности миграционных процессов. Основная доля цезия-137 находится в верхнем корнеобитаемом слое почвы.

Таким образом, результаты наблюдений свидетельствуют, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь остается стабильной, **негативных трендов не выявлено.**

Уровни радиоактивного загрязнения **атмосферного воздуха** на пунктах наблюдений радиационного мониторинга *соответствовали установившимся многолетним значениям.*

В пробах аэрозолей и выпадений из приземного слоя атмосферы, отобранных на пунктах наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха, короткоживущих радионуклидов, в первую очередь йода-131, не обнаружено.

Системный анализ результатов радиационного мониторинга и оперативного радиационного контроля системой АСКРО в районе воздействия АЭС, расположенных на территориях сопредельных государств (Игналинская, Чернобыльская, Смоленская, Ровенская АЭС) и 1 АСКРО, расположенная в районе воздействия Белорусской АЭС, показывает устойчивые значения мощности дозы 0,10 мкЗв/ч, что не превышает уровень естественного гамма-фона – до 0,20 мкЗв/ч.

Радиационная обстановка **на водных объектах** также остается стабильной. Среднее содержание цезия-137 и стронция-90 на пунктах наблюдений *были значительно ниже референтных уровней содержания радионуклидов в питьевой воде*, установленных Гигиеническим нормативом (референтный уровень – 10 Бк/л).

Результаты радиационного мониторинга **почвы** свидетельствуют о стабилизации радиационной обстановки на территориях, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. *Результаты мониторинга почвы не показывают отклонений от многолетних процессов или новых тенденций, связанных с наличием радионуклидов в почве.*

Таким образом, можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь будет постепенно улучшаться. Основным фактором, обуславливающим динамику положительных изменений, является естественный радиоактивный распад, поскольку влияние природно-климатических факторов на естественную деконтаминацию территории республики очень незначительно.

30-летие системной работы в части радиационного мониторинга знаменуется и новыми вызовами. Республика Беларусь уверенно и динамично реализует свою первую ядерную программу – строительство и ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС. В связи с тем, что радиационный мониторинг является основой обеспечения ядерной и радиационной безопасности, национальная система радиационного мониторинга также совершенствуется и будет развиваться. Так, уже сегодня ведется большая подготовительная работа по измерению изотопов трития и его включению в параметры национальной системы радиационного мониторинга.

В перспективе в рамках проекта международной технической помощи МАГАТЭ «Совершенствование радиационного мониторинга в районе влияния Белорусской АЭС» запланированы экспертные миссии МАГАТЭ в Республику Беларусь, организация обмена опытом и обучение для руководства и специалистов в одной из развитых ядерных стран по проведению радиационного мониторинга, а также поставка измерительного и вспомогательного оборудования для аккредитованных испытательных лабораторий Белгидромета.

В последующие годы, в том числе на основе полученных знаний и опыта в ходе выполнения проекта, взаимодействия с партнерами из Российской Федерации, будет проводиться своего рода инвентаризация национальной системы радиационного мониторинга с целью ее совершенствования и обеспечения долговременной устойчивости.

5. Локальный мониторинг окружающей среды

Локальный мониторинг окружающей среды – система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды в районе осуществления хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает негативное воздействие на окружающую среду.

Система локального мониторинга окружающей среды (далее – локальный мониторинг) развивалась поэтапно с 2000 г. и к 2011 г. была сформирована сеть пунктов наблюдения. В настоящее время локальный мониторинг осуществляют **500 природопользователей на 4449 пунктах наблюдений:**

- по объекту «выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от технологического и иного оборудования, технологических процессов, машин и механизмов» (далее – выбросы в атмосферный воздух) – 223 природопользователя на 1157 пунктах наблюдений;
- по объекту «сточные воды, сбрасываемые в поверхностные водные объекты, в том числе через систему дождевой канализации, и поверхностные воды в местах расположения источников сбросов сточных вод» (далее – сточные и поверхностные воды) – 140 природопользователей на 206 выпусках сточных вод в 509 пунктах наблюдений, включая фоновые и контрольные створы на водных объектах;
- по объекту «подземные воды в местах расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения» (далее – подземные воды) – 250 природопользователей на 1659 пунктах наблюдений;
- по объекту «почвы (грунты) в местах расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения» (далее – почвы (грунты)) – 209 природопользователей на 1124 пунктах наблюдений.

Локальный мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Основная часть источников, включенных в локальный мониторинг, приходится на такие типы производственных процессов, как производство и снабжение электроэнергией, производство и переработка черных и цветных металлов, нанесение лакокрасочных покрытий, химическое и нефтехимическое производство, производство строительных материалов, деревообработку и другие.

Основными веществами, поступление которых в атмосферный воздух характерно для выбросов промышленных предприятий Беларуси, являются азота (IV) оксид, углерод оксид, серы диоксид, а также твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль). В выбросах ряда природопользователей контролируются также специфические загрязняющие вещества, наличие которых обусловлено характером производств. Например, нафталин, фенантрен, азотная кислота, аммиак, аммоний нитрат (аммиачная селитра) характерны для предприятий химического и нефтехимического производства.

Наибольшее воздействие на атмосферный воздух от источников, включенных в локальный мониторинг, отмечается от таких отраслей промышленности, как производство тепловой энергетики, производство и переработка черных и цветных металлов, нефтеперерабатывающее производство и производство строительных материалов.

Результаты локального мониторинга загрязняющих веществ в атмосферный воздух от наиболее значимых стационарных источников предприятий свидетельствуют о том, что предприятия работают в стабильном режиме, концентрации загрязняющих веществ (азота (IV) оксид, углерод оксид, серы диоксид, а также твердые частицы

(недифференцированная по составу пыль/аэрозоль)) в выбросах от подавляющего большинства источников находятся в пределах установленных нормативов. Имеющиеся превышения установленных нормативов носят несистемный характер, в основном по твердым частицам (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), углерод оксиду, азота (IV) оксиду. Наиболее опасные загрязняющие вещества, такие как тяжелые металлы, диоксины в выбросах промышленных предприятий либо не выявлялись, либо фиксировались в концентрациях гораздо ниже установленных нормативов.

Локальный мониторинг сточных и поверхностных вод

В рамках локального мониторинга наблюдение за качеством воды проводятся на 134 поверхностных водных объектах Беларуси (106 рек, 8 озер, 20 ручьев, каналов, канав).

Перечень параметров наблюдений локального мониторинга сточных и поверхностных вод определен на основании выданного природопользователю разрешения на специальное водопользование или комплексного природоохранного разрешения.

По данным многолетних наблюдений локального мониторинга основными загрязняющими веществами, поступающими в водные объекты со сточными водами, являются, прежде всего, биогенные вещества (аммоний-ион, фосфат-ион), органические вещества (БПК₅), нефтепродукты, в некоторых случаях сульфат-ион, хлорид-ион.

Основная часть природопользователей, осуществляющих локальный мониторинг сточных и поверхностных вод – предприятия жилищно-коммунального сектора, (концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых ими, на протяжении всего периода наблюдений в основном находятся в пределах установленных нормативов допустимых сбросов).

В рамках локального мониторинга на выпусках сточных вод крупных промышленных предприятий и в поверхностных водах в районе их расположения проводятся наблюдения, в том числе и за содержанием специфических загрязняющих веществ, концентрации которых на протяжении периода наблюдений не обнаруживались либо не превышали нормативов допустимого сброса и предельных допустимых концентраций поверхностных вод.

Локальный мониторинг подземных вод

Основными объектами, на которых проводится локальный мониторинг подземных вод, являются полигоны захоронения твердых коммунальных отходов (далее – ТКО), места захоронения и хранения промышленных отходов, поля фильтрации, поля орошения, места хранения нефтепродуктов, захоронения пестицидов.

Согласно представляемым данным локального мониторинга в местах расположения большинства источников вредного воздействия фиксируются факты воздействия на качество подземных вод (по соотношению концентраций загрязняющих веществ в наблюдательной и фоновой скважинах (далее – $C_{\text{набл}}/C_{\text{фон}}$)), при этом следует отметить, что фактические значения концентраций загрязняющих веществ, как правило, не превышают нормативов качества питьевой воды (далее – ПДК_{пив}) и находятся в пределах более жестких нормативов качества воды для поверхностных водных объектов, установленных постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30 марта 2015 г. № 13 «Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов».

На протяжении всего периода наблюдений в подземных водах, как в фоновых, так и наблюдательных скважинах практически на всей наблюдательной сети отмечалось повышенное содержание марганца и железа, что обусловлено, в основном, их высоким природным фоном.

Места хранения и захоронения промышленных отходов (шламоотвалы, шламонакопители, золоотвалы, иловые площадки, отвал фосфогипса и лигнина, полигоны промышленных отходов) составляют 23 % от общего количества источников загрязнения

подземных вод. В скважинах подземных вод объектов данной группы основными загрязнителями являются биогенные вещества, минерализация воды, в меньшей степени – нефтепродукты и другие.

Кроме того, в рамках локального мониторинга наблюдения проводятся на 155 полигонах ТКО из 168 имеющихся в Беларуси, что составляет 44 % в структуре источников вредного воздействия. Данные локального мониторинга свидетельствуют о том, что на значительной части полигонов ТКО в той или иной мере отмечается ухудшение качества подземных вод, в основном за счет повышенных значений биогенных веществ, в первую очередь азота аммонийного и нитрат-иона, а также сульфат-иона, хлорид-иона, тяжелых металлов (цинк, хром, никель). При этом значения концентраций загрязняющих веществ, незначительно превышало установленные нормативы качества воды поверхностных водных объектов.

В локальный мониторинг подземных вод включено 49 полей фильтрации. Негативное влияние на подземные воды они оказывают, в основном, по соединениям азота, сульфат-ионам, хлорид-ионам, в отдельных случаях нефтепродуктам.

Локальный мониторинг почв (грунтов)

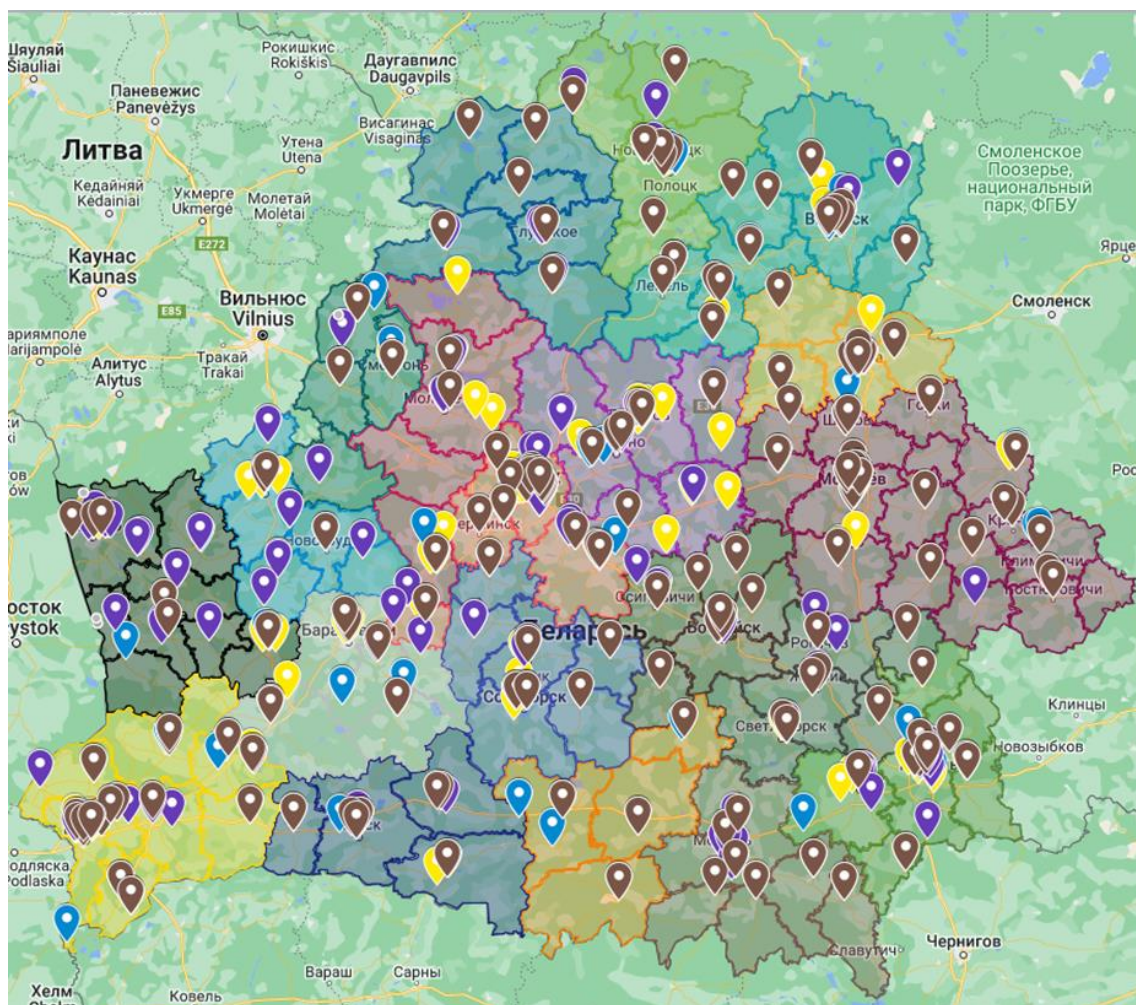
Перечень параметров наблюдения почв (грунтов) включает наиболее опасные химические вещества антропогенного происхождения, такие как тяжелые металлы, полихлорированные бифенилы (далее – ПХБ), полициклические ароматические углеводороды (далее – ПАУ) и другие вещества, с учетом специфики деятельности предприятий (нефтепродукты, ртуть, органические вещества и другие).

Наибольшее влияние на качество почв (грунтов) по результатам наблюдений отмечалось на предприятиях нефтехимической и машиностроительной отраслей промышленности, где основными загрязнителями являются тяжелые металлы.

Данные локального мониторинга почв (грунтов) свидетельствуют о накоплении тяжелых металлов, ПАУ и ПХБ на территории крупных промышленных предприятий. Характер загрязнения обусловлен спецификой производств, особенностями технологических процессов на конкретном предприятии.

ИАЦ локального мониторинга разработана интерактивная карта расположения источников вредного воздействия предприятий страны, включенных в локальный мониторинг (рисунок 5.1).

На ней реализована возможность выбора слоя по направлению наблюдений локального мониторинга («выбросы», «сточные и поверхностные воды», «подземные воды», «почвы (грунты)»). Интерактивная карта размещена на сайте РЦАК в разделе: «ИАЦ локального мониторинга» (https://www.analitcentre.by/ru/new_url_501301616-ru/). Обновление информации, размещенной на ней, производится специалистами ИАЦ локального мониторинга ежеквартально. Отображающиеся результаты локального мониторинга позволяют наблюдать за величиной воздействия на компоненты природной среды, а также оценивать влияние источников вредного воздействия на окружающую среду и определить наиболее загрязненные регионы Республики Беларусь, планировать на ее основе природоохранные мероприятия и использовать при принятии экологических решений. Интерактивная карта расположения источников вредного воздействия предприятий страны, включенных в локальный мониторинг представляет собой сочетание статистически обработанных результатов локального мониторинга окружающей среды и современных геоинформационных технологий, что позволяет в упрощенном варианте получать визуализированную информацию о состоянии окружающей среды, влиянии отдельных субъектов хозяйствования на компоненты окружающей среды и т.д.



Предприятия, осуществляющие локальный мониторинг по направлениям:

- Выбросы в атмосферный воздух ●
- Сточные и поверхностные воды ●
- Подземные воды ●
- Почвы (грунты) ●

Рисунок 5.1 – Интерактивная карта расположения источников вредного воздействия предприятий страны, включенных в локальный мониторинг

Данные многолетних наблюдений, проводимые в рамках локального мониторинга, свидетельствуют о том, что состояние окружающей среды в районе осуществления хозяйственной и иной деятельности предприятий сохраняется устойчивым, ухудшений не прослеживается, предприятия работают в стабильном режиме.

Учитывая современное развитие технологического прогресса Республики Беларусь (модернизация и открытие новых производств) локальный мониторинг постоянно расширяется путем актуализации параметров и периодичности наблюдения, а также в связи с увеличением числа природопользователей, потенциально оказывающих негативное влияние на компоненты природной среды.

Основными направлениями дальнейшего развития локального мониторинга являются продолжение работ, направленных на повышение качества предоставляемых природопользователями данных, внедрение автоматизированных систем контроля, а также дальнейшее развитие системы сбора и обработки данных на основе современных информационных систем, в том числе организация сбора данных локального мониторинга, получаемых с использованием автоматизированных систем контроля в режиме реального времени.

6. Геофизический мониторинг

Геофизический мониторинг является частью НСМОС и осуществляется в целях контроля динамики геофизических процессов на основе сейсмологических и геомагнитных наблюдений. Сейсмологический мониторинг представляет собой систему непрерывных круглосуточных наблюдений за происходящими сейсмическими событиями естественного и искусственного происхождения в широком диапазоне энергий и расстояний. Геомагнитный мониторинг включает непрерывные стационарные наблюдения за текущим состоянием магнитного поля Земли. Сейсмологические и геомагнитные наблюдения проводятся в подразделениях государственного учреждения «Центр геофизического мониторинга Национальной академии наук Беларуси».

Сейсмологический мониторинг направлен на изучение характеристик пространственно-временного проявления сейсмичности, определение кинематических и динамических параметров очагов землетрясений, оценку степени сейсмических воздействий, их опасности и риска для населения, промышленных и гражданских объектов.

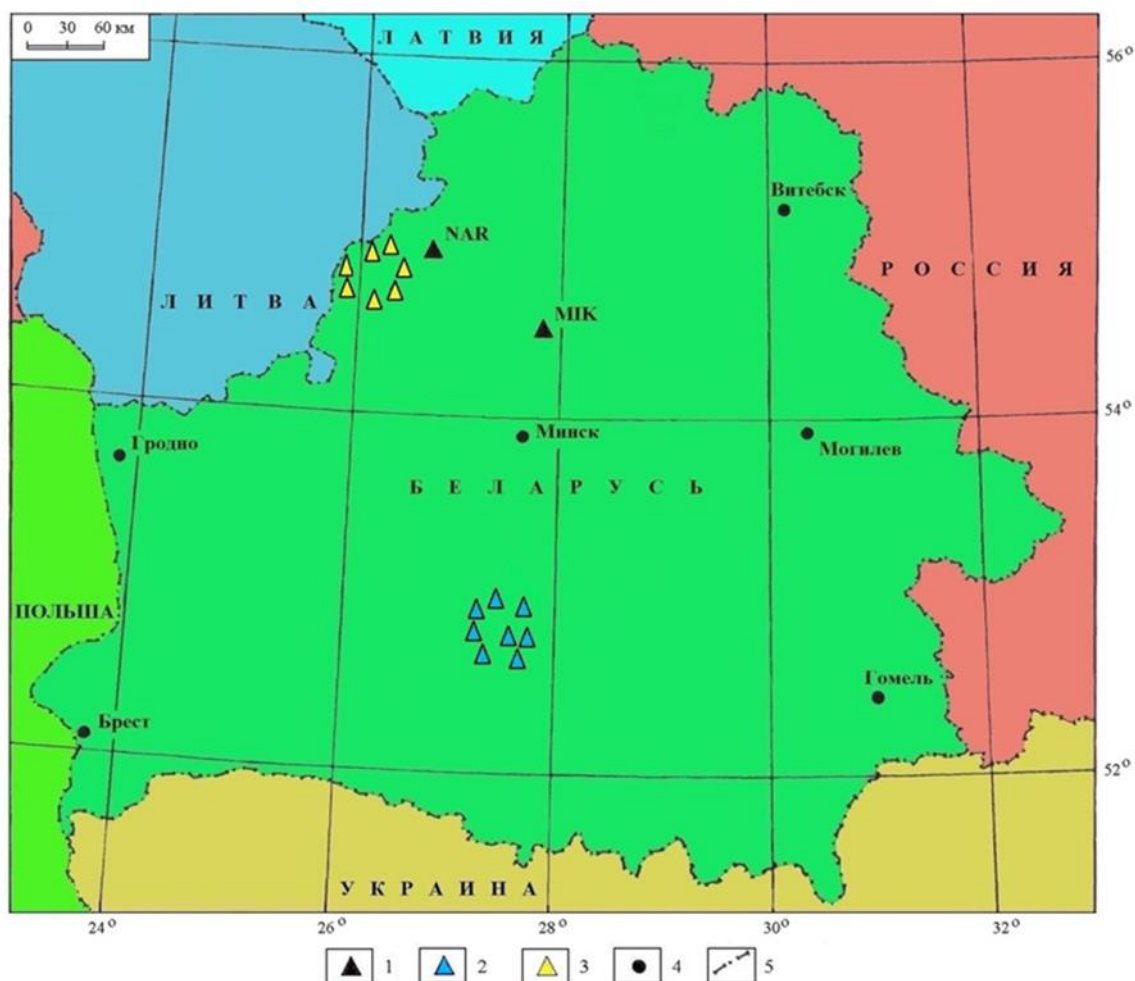
За последнее десятилетие проведено совершенствование сети сейсмологических наблюдений в Беларуси, в том числе увеличено количество пунктов наблюдений, проведена полная замена аналоговой аппаратуры на цифровую. Сейсмологические наблюдения проводятся в непрерывном режиме с использованием средств автоматизации на следующих пунктах наблюдений: геофизические обсерватории «Плещеницы» и «Нарочь»; локальная сеть мониторинга в Солигорском горнопромышленном районе, состоящая из пунктов наблюдений «Волоты», «Тесово», «Устронь», «Чижевка», «Копацевичи», «Раёвка», «Махновичи», «Листопадовичи»; локальная сеть мониторинга в Островецком районе в районе размещения Белорусской АЭС, состоящая из пунктов «Бояры», «Градовщица», «Вадатишки», «Селище», «Горная Каймина», «Воробыи», «Литвяны» (рисунок 6.1).

Первичная обработка полученной сейсмической информации заключается в определении моментов вступлений, полярности и четкости вступлений различных фаз сейсмических волн; в измерении величин амплитуд и периодов сейсмических волн. Обработка сейсмической информации по времени осуществляется в трех режимах: срочном (составление и подача сводки срочных донесений о сильном или ощутимом землетрясении в течение часа после регистрации события); оперативном (более полная обработка сейсмических событий за истекшие сутки); режиме станционной обработки данных с составлением ежедекадных бюллетеней.

Сеть сейсмологического мониторинга Беларуси структурно функционирует на трех масштабных уровнях: глобальный, региональный и локальный. Глобальный и региональный уровни мониторинга обеспечивают наблюдения на геофизических обсерваториях «Плещеницы» и «Нарочь»; региональный и локальный – на сети сейсмических наблюдений в Солигорском и Островецком районах.

Глобальный уровень. За период 1993 – 2022 гг. сетью мониторинга зарегистрировано и обработано 48475 землетрясений, произошедших в разных регионах Земли в широком диапазоне энергий и эпицентральных расстояний. Из общего числа землетрясений зарегистрировано 4674 события с магнитудой $M=6,0$; 446 событий с $M=7,0$; 24 события с $M=8,0$ и 2 события с $M=9,0$. Анализ сейсмичности Земли показал, что географическое распределение очагов наиболее сильных землетрясений Земли с магнитудой $M \geq 6,0$ в основном приурочено к областям высокой современной тектонической активности и связано с конвергентными или дивергентными границами литосферных плит, где происходит либо сжатие, поглощение океанской коры в зонах субдукции, либо растяжение континентальной коры. В этих регионах непрерывно накапливаются тектонические напряжения, которые периодически разряжаются

высвобождением энергии землетрясений. Наибольшая сейсмическая активность Земли наблюдалась в Тихоокеанском сейсмоактивном поясе, остальная сейсмичность приходится на Трансазиатский, Индийский и Атлантический сейсмические пояса.



1 – пункты наблюдений: геофизические обсерватории «Плещицы» – МПК и «Нарочь» – NAR; 2 – Солигорская локальная сейсмическая сеть; 3 – Островецкая локальная сейсмическая сеть; 4 – город; 5 – государственная граница

Рисунок 6.1 – Сеть пунктов наблюдений геофизического мониторинга на территории Беларуси

Региональный уровень. За период 1993 – 2022 гг. сетью мониторинга зарегистрировано и обработано 18515 землетрясений, которые произошли на территории Европы и смежных областях. Из общего числа землетрясений зарегистрировано 9455 событий с магнитудой $M=4,0$; 1798 событий с $M=5,0$; 104 события с $M=6,0$ и 7 событий с $M=7,0$. На Европейском субконтиненте наибольшая сейсмическая активность наблюдалась в Альпийском сейсмоактивном поясе. В пределах этого сейсмоактивного региона выделилась основная часть суммарной сейсмической энергии, остальная ее часть относится к внутриконтинентальной и океанической частям.

Локальный уровень. В результате анализа и обобщения сейсмологических данных (бюллетени сейсмических станций Беларуси) составлен каталог землетрясений территории Беларуси за период 1993 – 2022 гг., который содержит сведения о кинематических и динамических параметрах землетрясений и включает 1531 сейсмическое событие энергетического диапазона $K=4,1-9,2$ (магнитуда $M=0,1-2,9$). Согласно зарегистрированным данным, землетрясение с наименьшим энергетическим классом произошло 14 февраля 2002 г., а с максимальным – 3 сентября 2021 г. Из общего

На основе анализа и обобщения данных о сейсмичности территории Земли, Европы и Беларуси выполнен **комплексный анализ параметров сейсмичности** за период 1993 – 2022 гг. (рисунок 6.3). Анализ сейсмичности показал, что на территории Земли максимальное число землетрясений 3263 зафиксировано в 2022 г., а минимальное 854 в 1998 г. На территории Европы и смежных областях максимальное число землетрясений 1439 зафиксировано в 2015 г., а минимальное 118 в 1994 г. В Беларуси максимальное число землетрясений 90 зафиксировано в 2002 г., а минимальное 17 в 2012 г. Комплексный анализ сейсмичности показал, что процесс не стабильный, периоды изменения числа событий сменяются с увеличения на снижение и наоборот.

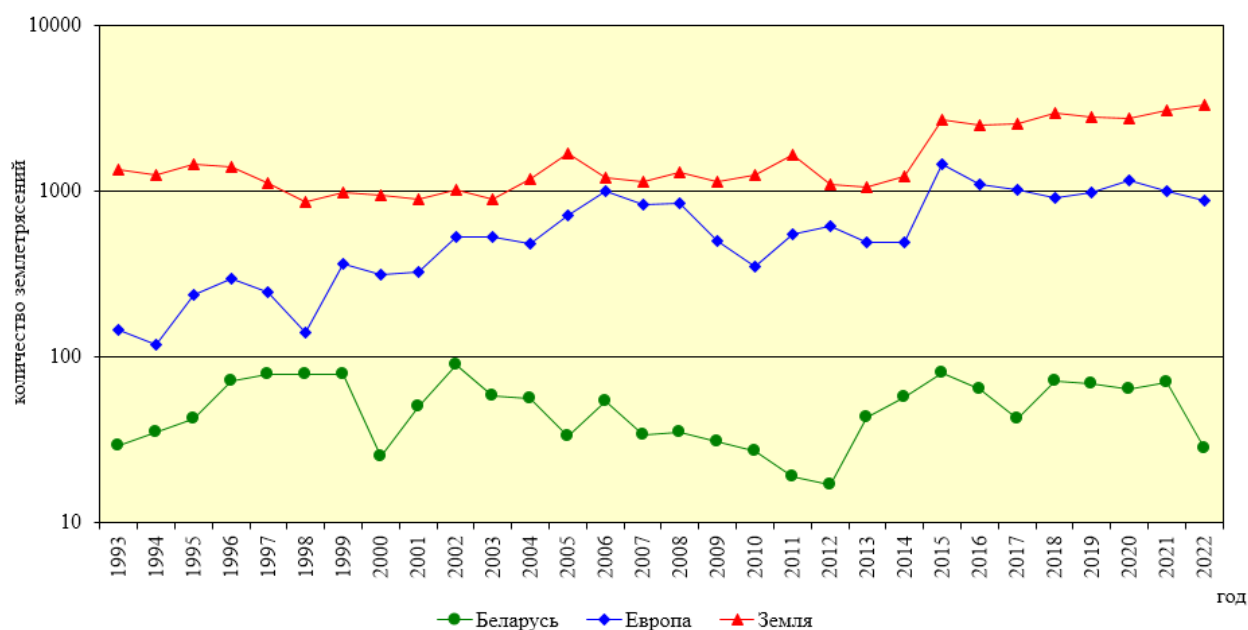


Рисунок 6.3 – График временного хода числа землетрясений на территории Земли, Европы и Беларуси за период 1993 – 2022 гг.

Геомагнитные исследования направлены на изучение векового хода составляющих магнитного поля Земли. Наблюдения проводятся в геомагнитной обсерватории «Минск» (Плещеницы) феррозондовым магнитометром LEMI-022, который регистрирует изменения во времени на горизонтальных – X и Y и вертикальной – Z составляющих.

В результате анализа и обобщения геомагнитных данных за период 1993 – 2022 гг. проведено вычисление трехчасовых, среднесуточных и среднеемесячных значений K -индексов по H , D и Z компонентам геомагнитного поля. За 30-летний период наблюдений сумма среднегодовых значений суммарных K -индексов составляет 527, среднее многолетнее значение суммарных K -индексов 17,567. Долговременный ход графика среднегодовых значений суммарных K -индексов показывает, что наблюдаются три периода возрастания и снижения значений параметров (рисунок 6.4). Первый период наблюдался в 1997 – 2002 гг., второй – в 2003 – 2009 гг., третий – в 2010 – 2020 гг., небольшая стабилизация – в 2019 г. В 2020 г. наблюдается снижение среднегодового значения до минимального, когда происходит завершение третьего периода солнечной активности. Максимальные значения среднегодовых значений суммарных K -индексов (24) наблюдались в 2000, 2004, 2005 гг., минимальные значения (13) отмечены в 2009 и 2020 гг. В 2021 – 2022 гг. намечился рост среднегодовых значений суммарных K -индексов и, возможно, наступил следующий период активизации.

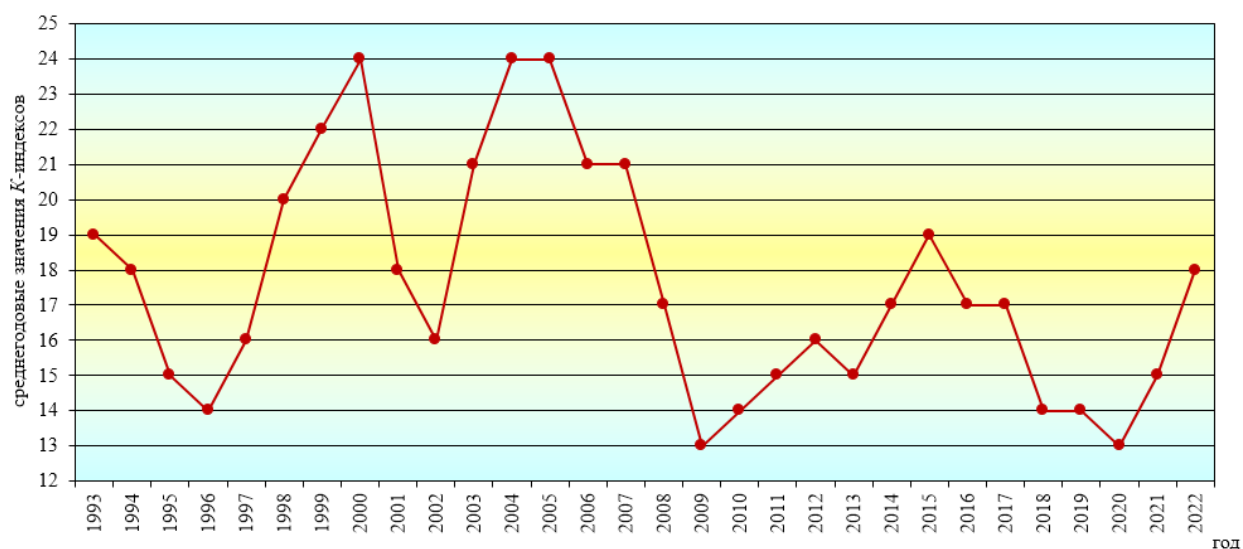


Рисунок 6.4 – График долговременных вариаций среднегодовых значений суммарных K-индексов за 1993–2022 гг.

За период 1993 – 2022 гг. геомагнитной обсерваторией «Минск» (Плещеницы) зафиксирована 831 магнитная буря. По типу магнитные бури распределились: 561 малая буря (М), 198 умеренных бурь (У), 54 больших бурь (Б) и 18 очень больших бурь (ОБ). Долговременные вариации числа магнитных бурь показывают, что периоды снижения сменяются периодами возрастания (рисунок 6.5). Максимальное значение количества магнитных бурь наблюдались в 2003 г. (50) и 2015 г. (54), а минимальное значение (2) отмечено в 2009 г. Период между максимальными пиками по количеству бурь составляет 12 лет, который совпадает с очередным периодом солнечной активности. В 2021 – 2022 гг. наблюдается резкий рост количества магнитных бурь, которое достигло максимального значения в 2022 г. (61) за весь период наблюдений 1993–2022 гг. Следовательно, продолжилась активизация возмущений магнитного поля Земли, которая связана с очередным периодом солнечной активности.

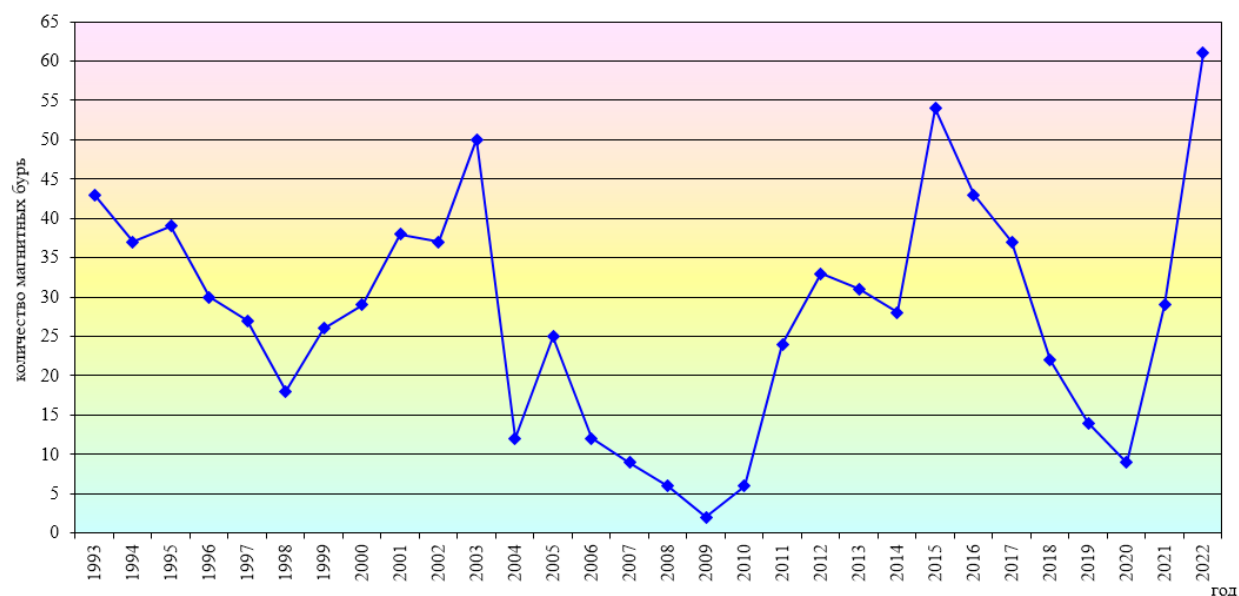
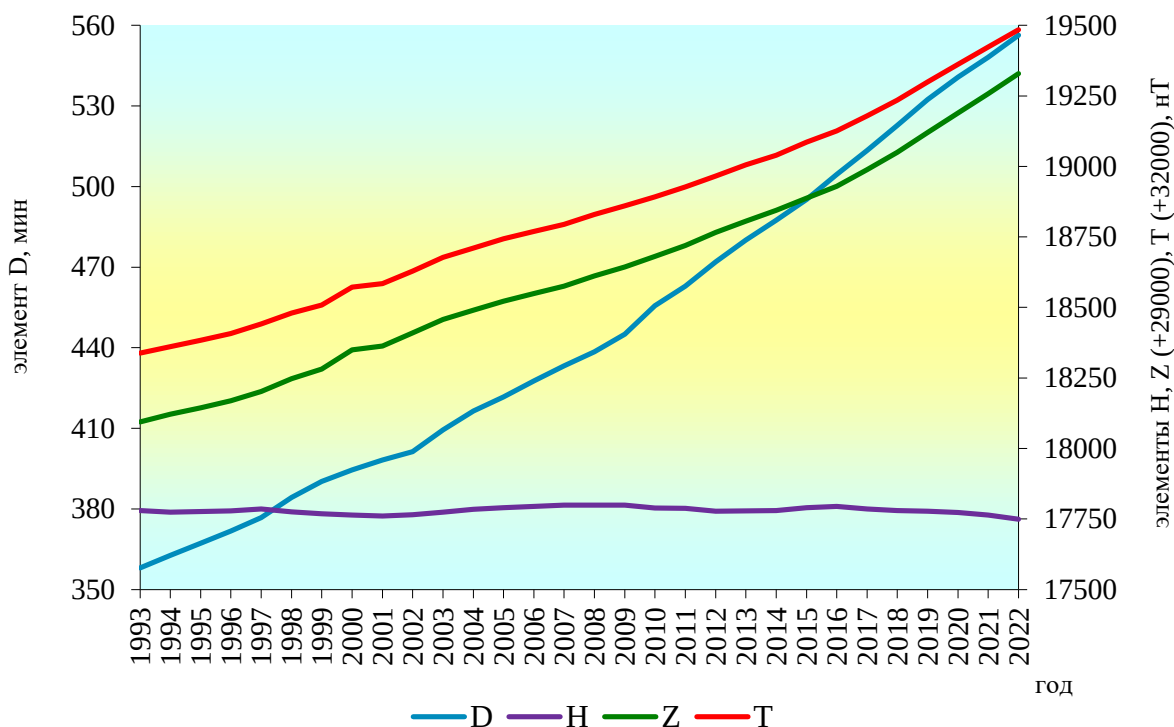


Рисунок 6.5 – График долговременных вариаций количества магнитных бурь за период 1993–2022 гг.

Вековой ход составляющих компонент D , H , Z , T геомагнитного поля представляет собой разность среднегодовых значений элементов геомагнитного поля Земли между

последующим и предыдущим годами. Годовой ход компонент D , H , Z , T геомагнитного поля Земли, измеряемого на геомагнитной обсерватории «Минск» (Плещеницы) за период 1993 – 2022 гг., показан на рисунке 6.6.

Вековой ход склонения D геомагнитного поля за период наблюдений характеризуется ростом значений в среднем $(6,61')$ в год. Вековой ход вертикальной составляющей Z составляет $(41,167 \text{ нТл})$ в год, а полного вектора T геомагнитного поля $(38,233 \text{ нТл})$ в год. Вековой ход горизонтальной составляющей H геомагнитного поля составляет в среднем $(-1,033 \text{ нТл})$, вековой ход колеблется возле среднего многолетнего значения (17780 нТл) . Рост значений векового хода наблюдаемых компонент D , Z , T геомагнитного поля указывает на продолжающееся смещение магнитного полюса Земли.



D – угловая составляющая магнитного поля, H – горизонтальная составляющая магнитного поля, Z – вертикальная составляющая магнитного поля, T – полный вектор напряженности магнитного поля Земли

Рисунок 6.6 – Годовой ход составляющих D , H , Z , T геомагнитного поля Земли за период с 1993 по 2022 гг.

Геофизический мониторинг сейсмологических и геофизических процессов за 30 лет (1993 – 2022 гг.) позволил получить, обработать и проанализировать большое количество данных, которые систематизированы и занесены в базы данных государственного учреждения «Центр геофизического мониторинга Национальной академии наук Беларуси».

Территория Беларуси расположена на западе древней Восточно-Европейской платформы и, в соответствии с сеймотектоническим районированием, относится к слабоактивному региону. Проведение многолетних сейсмологических наблюдений показало, что сейсмическая энергия на территории Беларуси высвобождается землетрясениями невысокого магнитудного уровня. Уровень сейсмической активности в дальнейшем прогнозируется в пределах среднего многолетнего значения с небольшими отклонениями.

Обзор состояния геомагнитного поля Земли за многолетний период дает основание полагать, что рост значений векового хода наблюдаемых компонент D , Z , T геомагнитного поля продолжится и в последующем до момента инверсии магнитных полюсов Земли.

Величину изменения этих параметров сложно спрогнозировать из-за сложности процессов, влияющих на магнитное поле Земли: ускорение движения северного магнитного полюса, изменение солнечной активности и другие факторы, влияющие на состояние магнитного поля Земли.

Таким образом, в результате выполнения многолетних работ по геофизическому мониторингу накоплена обширная база сейсмологических и геомагнитных данных за период 1993 – 2022 гг. На основе этих данных формировались текущие и оперативные материалы о геофизической обстановке, которые передавались в ГИАЦ НСМОС, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерство по чрезвычайным ситуациям и иные организации.

Данные геофизического мониторинга положены в основу научных исследований, которые нашли свое практическое применение в направлениях, связанных с обеспечением безопасности и защиты населения, ускорением процесса экономического развития Беларуси, в том числе при строительстве уникальных инженерных сооружений – гидротехнические комплексы, объекты атомной энергетики, горнодобывающие объекты, высотные здания, метрополитен, транспортные туннели, трубопроводы.

Основным направлением дальнейшего развития геофизического мониторинга является продолжение работ, направленных на обеспечение качества предоставляемых данных с использованием автоматизированных информационных систем контроля в режиме реального времени. К числу основных задач мониторинга на ближайшую перспективу относятся:

- обеспечение непрерывного контроля сейсмической обстановки в районе размещения Белорусской АЭС; оценка сейсмической опасности, определение кинематических и динамических параметров сейсмических источников в широком диапазоне эпицентральных расстояний и энергий; разработка структуры и создание стационарной сети сейсмического мониторинга в системе комплексной безопасности Белорусской АЭС для ее функционирования на всех этапах жизнедеятельности АЭС в соответствии с национальными нормативными документами и рекомендациями МАГАТЭ;

- развитие системы геофизических наблюдений в Солигорском горнопромышленном районе, обеспечение непрерывного мониторинга с целью проведения превентивных мероприятий для возможного предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера и своевременного оповещения населения, изучение природы наведенной сейсмичности и напряженно-деформируемого состояния среды в районе месторождения;

- подготовка совместных с организациями Российской академии наук проектов по развитию системы геофизического мониторинга на территории западной части Союзного государства;

- развитие средств и методов информационных технологий для обеспечения исполнительной власти, средств массовой информации и заинтересованных ведомств оперативными сведениями о геофизической обстановке в республике с целью предотвращения беспокойных настроений у населения и проведения необходимых мероприятий.

7. Мониторинг озонового слоя

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. В отличие от других видов мониторинга, проводимых в рамках НСМОС, мониторинг озонового слоя относится к глобальному типу, который целенаправленно проводится отдельными государствами в интересах всего мирового сообщества. Он направлен на выполнение международных обязательств Республики Беларусь в области охраны озонового слоя и защиты жизни и здоровья человека, окружающей среды от неблагоприятных последствий, вызываемых разрушением озонового слоя, и в настоящее время регламентируется Законом Республики Беларусь «Об охране озонового слоя» от 12 ноября 2001 г. № 56-З, а также рядом постановлений Совета Министров Республики Беларусь, направленных на выполнение Конвенции об охране озонового слоя, подписанной в г. Вене (Австрия) 22 марта 1985 г. В соответствии с указанными документами в 1997 г. в г. Минске создано учреждение Белорусского государственного университета «Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы» (далее – ННИЦ МО БГУ), где в настоящее время проводятся регулярные измерения: общего содержания озона (далее – ОСО), концентраций приземного (тропосферного) озона, общего содержания двуокси азота (далее – ОСДА), а также уровней приземного ультрафиолетового (далее – УФ) солнечного излучения. Для обеспечения данных видов мониторинга в ННИЦ МО БГУ разработан ряд оригинальных автоматизированных приборов и соответствующее программное обеспечение для получения, обработки и анализа результатов измерений (рисунок 7.1).



спектрорадиометр ПИОН-УФ-II



фильтровый радиометр ПИОН-Ф



фильтровый радиометр ПИОН-ФН с солнечной батареей



спектрограф изображения
MARS-B



измеритель концентрации приземного
озона на основе ПГС (NiO)



измеритель концентрации приземного
озона на основе ПГС (SnO₂)

Рисунок 7.1 – Приборы для измерения ОСО, интенсивности солнечного УФ излучения, приземной концентрации озона, ОСДА

Мониторинг ОСО

Непрерывный мониторинг ОСО на Минской озонометрической станции ННИЦ МО БГУ проводится с 1997 г. Измерения ОСО проходят также в учебно-научном центре «Нарочанская биологическая станция имени Г.Г. Винберга» и в учреждении образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» и объединены с Минской озонометрической станцией ННИЦ МО БГУ в общую озонометрическую сеть.

В результате выполнения работ по программе мониторинга в рамках НСМОС накоплена уникальная база данных, включающая значения ОСО за период 1997 – 2022 гг., а также спектры приземного солнечного излучения за период 2002 – 2022 гг. и значения концентраций приземного озона за период 2004 – 2022 гг. Результаты наземных

измерений дополнены доступными данными спутниковых наблюдений. С использованием этой базы специалистами ННИЦ МО БГУ проводятся систематические исследования сезонной и многолетней изменчивости состояния озоносферы над территорией Республики Беларусь и Восточно-Европейским регионом Северного Полушария.

Анализ результатов многолетних наземных и спутниковых наблюдений, показал вариативность и пространственную неоднородность поля атмосферного озона над территорией Республики Беларусь, позволил определить характерные черты динамики озоносферы и климатическую норму значений ОСО для ряда географических пунктов, а также оценить основные многолетние тренды состояния озоносферы в республике. Последнее особенно важно для оценки средне- и долгосрочных перспектив влияния динамики и распределения стратосферного озона на региональный климат и экологическую ситуацию в Беларуси.

С привлечением глобальных спутниковых измерений ОСО, позволяющих получить значения ОСО в тех местах, где нет озонметрических станций, проведен анализ динамики озоносферы над территорией Республики Беларусь для периодов 1979 – 1992 гг. и 1997 – 2022 гг. (в период 1992 – 1997 гг. спутниковые измерения отсутствовали).

Изменчивость ОСО в атмосфере Республики Беларусь, характерна для умеренных широт Северного полушария и наблюдается в различных временных масштабах. Наиболее четко проявляются сезонный (годовой ход) с большой амплитудой и межсуточные вариации. Наблюдается также существенная межгодовая изменчивость (рисунки 7.2, 7.3). Максимальные среднемесячные значения ОСО наблюдаются весной (март – апрель), минимальные – в октябре.

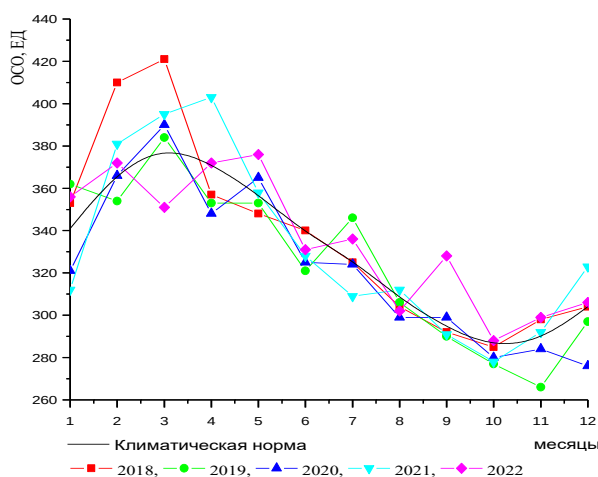


Рисунок 7.2 – Межгодовая изменчивость сезонного хода ОСО за последние 5 лет (представлена среднемесячными значениями), г. Минск

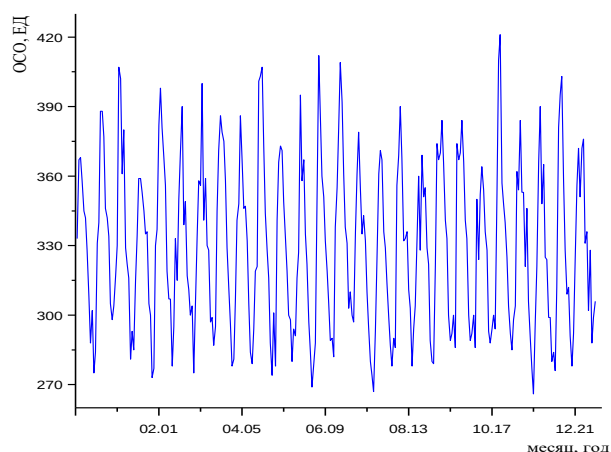


Рисунок 7.3 – Многолетний ход озона над территорией Республики (представленный среднемесячными значениями)

Проведена оценка климатических норм для ряда городов Беларуси. Климатические нормы рассмотренных городов очень близки (рисунки 7.4), отличие в среднемесячных многолетних значениях ОСО над территорией Беларуси невелико – от 2 до 5 единиц Добсона (далее – ЕД), наибольшие значения ОСО характерны для северо-востока страны в марте, наименьшие значения ОСО – для запада страны в октябре.

Следует отметить индивидуальность динамики озоносферы над каждым из рассматриваемых регионов. Размеры областей стратосферы с однородным содержанием ОСО превышают размеры территории республики и часто вся территория находится под влиянием одной такой области, но не редки ситуации, когда существуют различия в значениях ОСО над разными регионами республики (рисунки 7.5). Это необходимо иметь

в виду при прогнозировании УФ индекса в летнее время, оно должно осуществляться индивидуально в каждом конкретном районе.

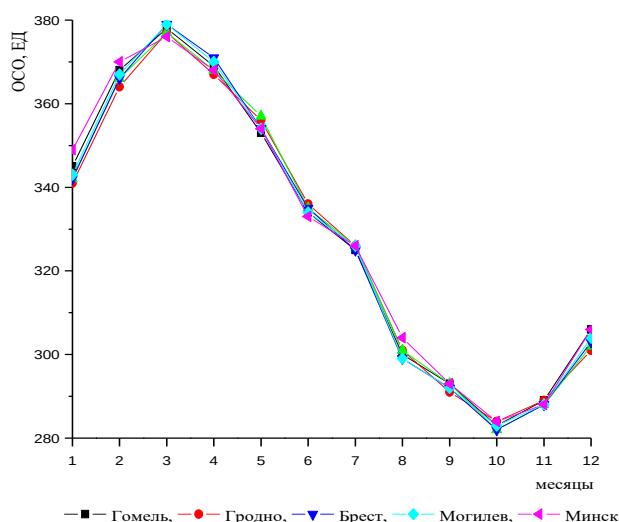


Рисунок 7.4 – Климатическая норма для областных городов Республики Беларусь (с использованием данных за период 2005 – 2009 гг., спутниковые данные)

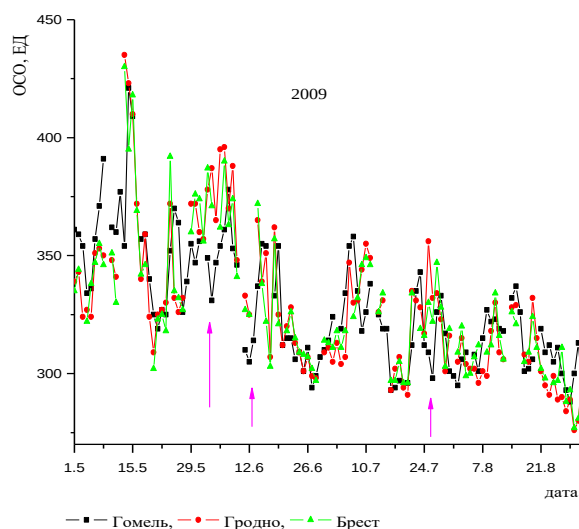


Рисунок 7.5 – Ежедневные значения ОСО в летние месяцы для трех городов Беларуси в 2009 г.

Справочно: на рисунке 7.5 стрелками отмечены различия в динамике ОСО.

Существенное межгодовое и региональное различие ОСО проявляется не только в ежедневных значениях ОСО, но и в распределении среднегодовых значений над территорией республики (рисунок 7.6), которые обусловлены вариациями циркуляционных процессов в тропосфере и стратосфере.

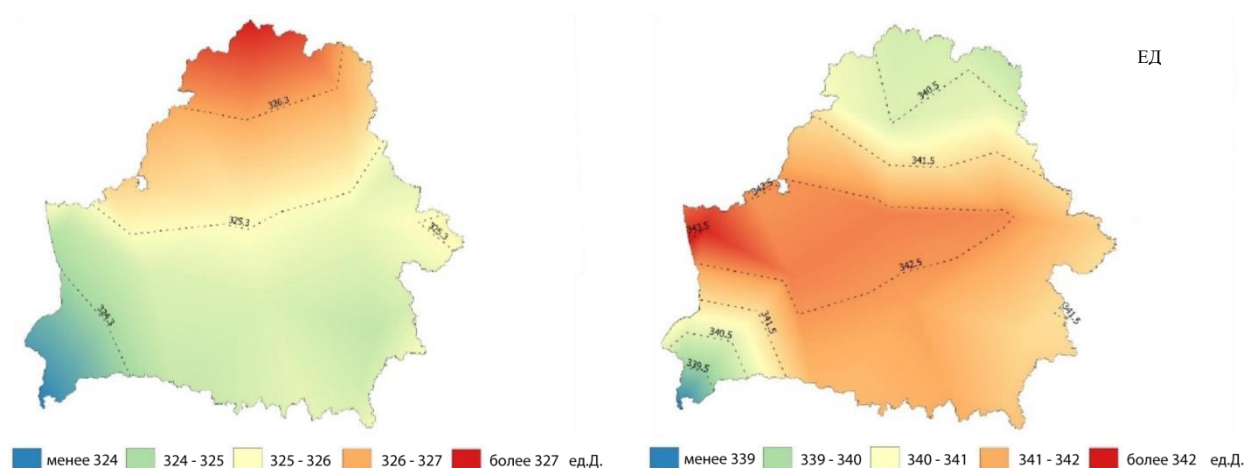


Рисунок 7.6 – Среднегодовые карты ОСО для территории Беларуси за 2019 г. (слева) и 2010 г. (справа).

По результатам проведенного анализа отрицательный тренд содержания озона в атмосфере над территорией Республики Беларусь сохраняется до настоящего времени. В период 1980 – 2000 гг. величина тренда составляла $\sim -1,5$ ЕД/год. Начиная с 2000 г. отрицательный тренд ОСО над республикой сохраняется, но величина его уменьшилась до $\sim 0,3$ ЕД/год (рисунок 7.7). Отрицательный тренд ОСО ранее был выражен во все сезоны, но наиболее сильно снижение содержания стратосферного озона было выражено зимой и ранней весной. После 2000 г. величина отрицательного тренда для всех месяцев,

за исключением июня, значительно снизилась, а в январе и феврале отмечается небольшой положительный тренд среднемесячных значений ОСО, особенно заметный в январе (рисунок 7.8). Эта тенденция сохраняется и в последние годы.

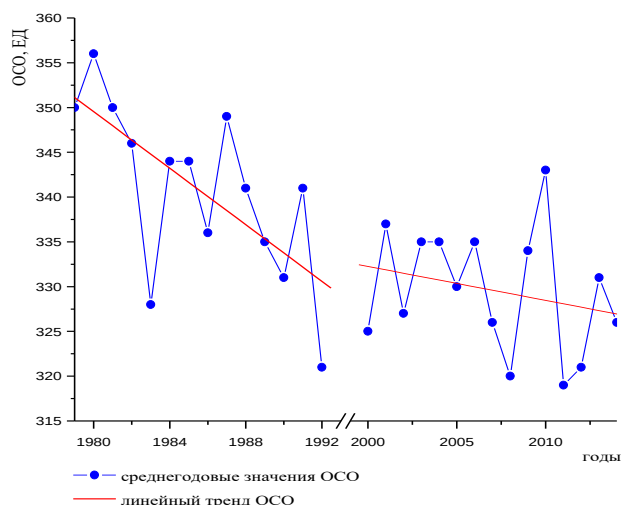


Рисунок 7.7 – Тренды среднегодовых значений ОСО за период 1979 – 2022 гг.

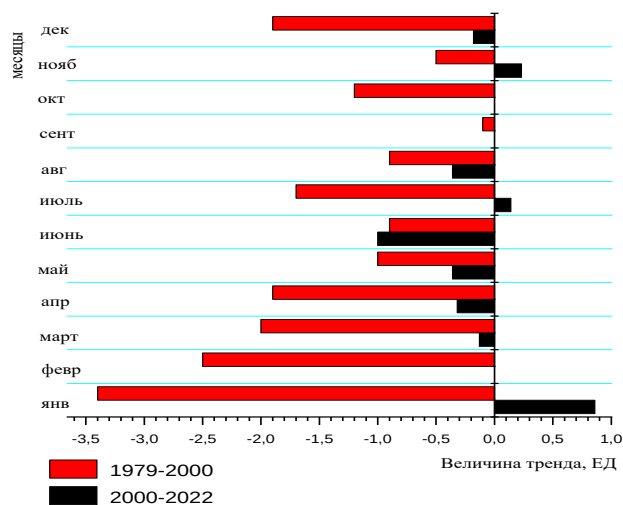


Рисунок 7.8 – Значения трендов среднемесячных величин ОСО для периодов 1979 – 2000 гг. и 2000 – 2022 гг.

Анализ повторяемости типов циркуляции для января и февраля, для временных периодов 1979 – 2000 гг. и 2000 – 2022 гг., показал наличие связи процессов, протекающих в озоносфере и тропосфере. Эта связь сохраняется и в случае смены знака тренда ОСО. Для рассматриваемых временных периодов в январе и феврале количество дней с меридиональной северной циркуляцией имеет то же направление тренда, что и средние за январь – февраль значения ОСО (рисунок 7.8). Аналогичная зависимость наблюдается также и для апреля.

Одной из характерных черт динамики озоносферы над нашим регионом в период значительного отрицательного тренда ОСО является более частое, чем в последнее десятилетие, появления отрицательных озоновых аномалий («озоновых мини-дыр») – явлений кратковременного значительного (до 30–35 %) снижения ОСО в локальной области атмосферы (рисунок 7.9). В отличие от Антарктической озоновой дыры, данное явление связано не с химическим разрушением озона, а с динамическими процессами в верхней тропосфере и нижней стратосфере. Наиболее глубокие (со значительным дефицитом стратосферного озона) аномалии в атмосфере Северного Полушария наблюдаются зимой и ранней весной. В конце 90-х аномалии глубиной 20–23 % наблюдались также поздней весной и даже летом. В эти же месяцы наблюдаются также и положительные озоновые аномалии, представляющие собой локальные области со значительным увеличением содержания озона (рисунок 7.10).

Области с пониженным содержанием ОСО, затрагивающие Республику Беларусь, зарождаются, как правило, над умеренными и высокими широтами Атлантического океана, реже над акваторией северного Ледовитого океана, у берегов Евразии и, перемещаясь с крупномасштабными атмосферными образованиями, приходят на нашу территорию.

ННИЦ МО БГУ было установлено, что положительные озоновые аномалии могут существенно влиять на динамику стратосферно-тропосферных процессов и приводить к проявлению опасных метеорологических условий в приземном слое атмосферы различного пространственного масштаба.

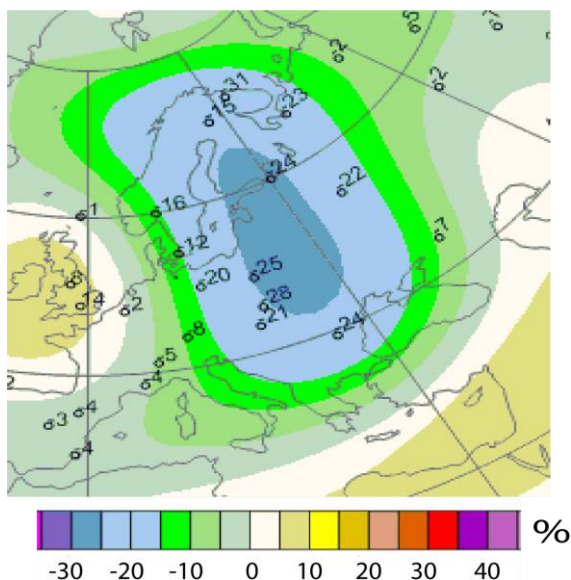


Рисунок 7.9 – Отрицательная озоновая аномалия над территорией Республики Беларусь 15 февраля 2017 г.

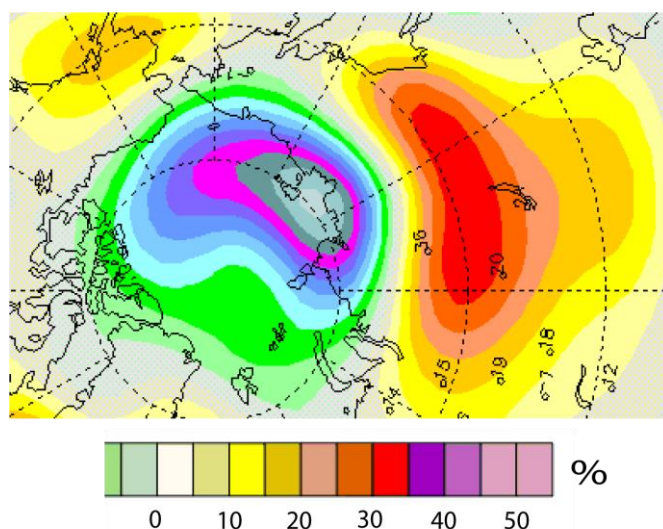


Рисунок 7.10 – Отрицательная озоновая аномалия над Арктикой 23 января 2012 г.

Справочно: на рисунках 7.9 и 7.10 рядом приведена цветовая шкала отклонений от многолетнего среднего в процентах.

Мониторинг приземных концентраций озона

Озон является одним из наиболее сильных окислителей и входит в пятерку основных загрязнителей воздуха, содержание которых в приземном слое атмосферы необходимо контролировать. Измерения концентрации приземного озона сертифицированными приборами проводятся на Минской озонометрической станции ННИЦ МО БГУ с 2004 г. На рисунке 7.11 приведены данные наблюдений за период 2013 – 2022 гг. Характерный вид сезонной зависимости полуденных концентраций приземного озона сохраняется и в течение всего периода наблюдений (2004 – 2022 гг.).

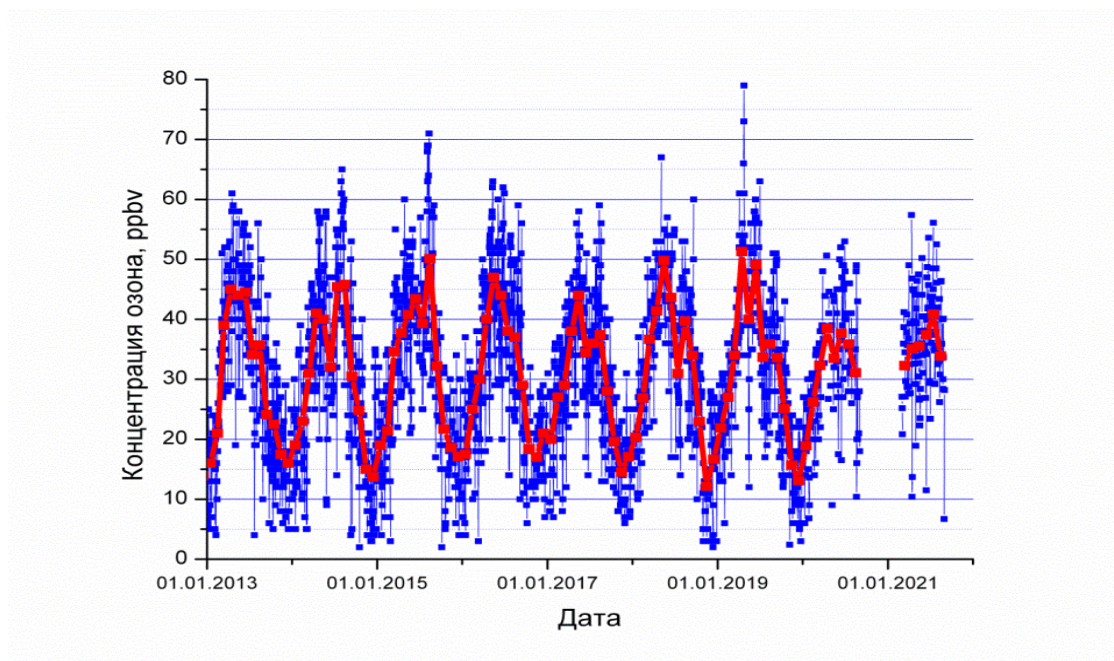


Рисунок 7.11 – Полуденные концентрации приземного озона в 2013 – 2022 гг. по данным Минской озонометрической станции ННИЦ МО БГУ

Анализ среднемесячных значений полуденных концентраций приземного озона в г. Минске за период наблюдений 2004 – 2022 гг. указывает на наличие отрицательного тренда, несколько превышающего 1 ppbv в год. Отрицательный тренд характерен как для полуденных, так и для среднесуточных значений концентраций озона и наблюдается во все, за исключением весеннего, сезоны года. Снижение концентрации приземного озона в городе фиксируется на протяжении всего периода обработанных наблюдений. По данным ННИЦ МО БГУ полученный результат объясняется увеличивающейся степенью общего загрязнения воздуха с преобладающим вкладом оксидов азота, которые являются разрушителями приземного озона.

Было построено уравнение регрессии для описания поведения приземного озона на территории Беларуси, основной целью которого являлось объяснить наблюдаемые концентрации в весенне-летний период, когда они высоки. Коэффициенты уравнения определялись с учетом также и зимнего периода, однако при этом не учитывались важные для этого периода дополнительные объясняющие переменные. Предложены пути, улучшающие возможности полученного уравнения адекватно воспроизвести результаты наблюдений также и в зимний период.

Мониторинг биологически активного солнечного УФ излучения

В настоящее время мониторинг уровней и доз биологически активного солнечного УФ излучения является важной частью глобального экологического мониторинга состояния озонового слоя, который проводится с помощью приборов наземного и орбитального базирования. В плане биологического воздействия на био- и экосистемы основной интерес представляет естественное УФ излучение в диапазоне 290–400 нм. В целом, это излучение обладает бактерицидным действием, приводит к гибели микробных клеток и вирусов, в умеренных дозах нормализует обмен веществ в организме человека. Недостаток УФ облучения (солнечное голодание) может проявляться в ухудшении самочувствия человека, появлении раздражительности, бессонницы и быстрой утомляемости. В тоже время, при воздействии УФ излучения на клетку возникают изменения в нуклеиновых кислотах, которые влияют на рост, деление и наследственность клеток. Вследствие этого, избыточное УФ облучение может оказывать вредное воздействие на биологические объекты.

Данные наблюдения за уровнем приземного солнечного биологически активного УФ излучения, полученные за более чем 20-летний период исследований (2000 – 2022 гг.) были использованы для сравнительного анализа региональной и сезонной изменчивости УФ климата на территории Беларуси.

По данным мониторинга интегральной освещенности в различных спектральных диапазонах естественного солнечного излучения определялись значения уровней и доз биологических эффектов: эритемы, повреждения ДНК, а также значения УФ индекса.

Мониторинг ОСДА и вертикальных профилей двуокиси азота

Двуокись азота относится к химически активным газовым составляющим атмосферы, так же как и озон. В стратосфере, согласно фотохимическим моделям, наличие заметных концентраций двуокиси азота сопровождается разрушением молекул озона, что может приводить к локальным и региональным понижениям концентрации озона. Вследствие этого, мониторинг уровней содержания двуокиси азота является составной частью мониторинга состояния озонового слоя. Кроме того, в тропосфере и, особенно в пограничном слое атмосферы, двуокись азота играет заметную роль во взаимодействии атмосферы с био- и экосистемами (кислотные дожди и т. п.). В загрязненных регионах вклад двуокиси азота в радиационный баланс атмосферы также может становиться заметным (до 30 Вт/м²).

На Минской озонометрической станции ННИЦ МО БГУ проводился базовый мониторинг ОСДА, а также вертикальных профилей распределения двуокиси азота в атмосфере.

В результате мониторинга за период 2016 – 2022 гг. накоплены временные ряды общего содержания и приземной концентрации двуокиси азота для г. Минска и характерные профили распределения концентрации двуокиси азота с временным разрешением 1,5 мин. за периоды светового дня. Регистрировались также данные аэрозольной оптической толщины для длины волны 354 нм.

На основании измерения вертикальных профилей двуокиси азота над г. Минском проведен анализ пространственно-временных рядов за период наблюдений. Измерения в г. Минске на постоянной основе начаты с января 2017 г. и продолжаются по настоящее время в диапазоне длин волн 338–370 нм для углов возвышения 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 8°, 15°, 30° и 90° в азимутальном направлении 180°. Время регистрации одного спектра занимает около 3 сек. В течение года регистрируется около 350000 дневных спектров.

Абсолютные величины ОСДА за январь – май 2022 г. указанный период в среднем показывают относительно невысокие значения, что свидетельствует об уменьшении количества источников двуокиси азота в сравнении с предыдущими годами наблюдений.

Таким образом, в результате выполнения работ по программе мониторинга в рамках НСМОС накоплена уникальная база данных, включающая значения ОСО за период 1997 – 2023 гг., а также спектры приземного солнечного излучения за период 2002 – 2023 гг.

Разработаны инструментальные (линейка озонометров и фотометров «ПИОН») и программные средства для измерения ОСО и исследования уровней и доз основных биологических эффектов солнечного УФ излучения.

По данным мониторинга параметров и составляющих атмосферы в ННИЦ МО БГУ проведен ряд научных исследований. В частности, проведены исследования сезонной и многолетней изменчивости состояния озоносферы над территорией Республики Беларусь и Восточно-Европейским регионом Северного Полушария.

Выполнение работ по программе мониторинга НСМОС, ее научный аспект и накопленный экспериментальный материал, стимулировали развитие в ННИЦ МО БГУ ряда научных направлений и направлений международного научного сотрудничества.

Среди перспектив и направлений развития мониторинга озонового слоя можно выделить:

- совершенствование приборной базы и разработка нового программного обеспечения;
- развитие (расширение) сети мониторинга для оценки пространственной неоднородности распределения озона в стратосфере;
- разработка автоматизированных систем использования данных орбитальных наблюдений за состоянием озонового слоя. Совершенствование системы оперативного распознавания и траекторного анализа озоновых аномалий, прогноз их появления в атмосфере над территорией Республики Беларусь;
- комплексное использование данных орбитальных и наземных наблюдений для совершенствования процедуры восстановления вертикальных профилей распределения озона в атмосфере;
- исследование процессов формирования полей концентрации приземного озона и оценка вклада отдельных факторов (антропогенное воздействие, горизонтальный перенос, вертикальный перенос из стратосферы, фотохимия нижнего слоя атмосферы и др.);
- развитие моделей и методов численного моделирования атмосферных процессов с учетом фотохимии озона в верхней атмосфере с целью изучения стратосферно-тропосферных связей и оценки влияния верхней атмосферы на формирование

циркуляционных и конвективных процессов в тропосфере, непосредственно воздействующих на погоду и региональный климат;

- развитие международного сотрудничества. В частности, выполнение совместных Белорусско-Российских проектов по исследованию Северных маршрутов перемещения озоновых аномалий на территорию Республики Беларусь, а также исследования механизмов периодического возникновения значительных озоновых аномалий в районе Северного Полюса, аналогичных Антарктической озоновой аномалии.

8. Мониторинг земель

Мониторинг земель представляет собой систему постоянных наблюдений за состоянием земель и их изменением под влиянием природных и антропогенных факторов, а также за изменением состава, структуры, состояния земельных ресурсов, распределением земель по категориям, землепользователям и видам земель.

Начало ведения мониторинга земель в рамках НСМОС было положено в 1992 г.

Согласно инструкции об организации работ по проведению мониторинга земель, наблюдения осуществляются по следующим направлениям:

- за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов;
- за химическим загрязнением земель;
- за состоянием почвенного покрова земель.

Наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов. В соответствии с законодательством об охране и использовании земель данные о составе, структуре и распределении земель содержатся в реестре земельных ресурсов Республики Беларусь, содержание и порядок ведения, которого устанавливает Государственный комитет по имуществу (далее – Госкомимущество). В реестре земельных ресурсов Республики Беларусь их состав, структура и распределение дифференцированы по категориям земель и землепользователей, по видам (подвидам, разновидностям) земель, формам собственности на землю и видам прав на нее, а также по административно-территориальным единицам (районам, городам областного подчинения, областям и г. Минску, стране в целом). Данные формируются Госкомимуществом и ежегодно обновляются. На их основании осуществляется анализ динамики состава, структуры и состояния земельных ресурсов.

Наблюдения за химическим загрязнением земель проводятся Белгидрометом 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.

Наблюдения за химическим загрязнением земель на фоновых территориях осуществляются 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. Оценка состояния почв производится путем сравнения полученных данных содержания загрязняющих веществ с величинами ПДК или ориентировочно допустимых концентраций (далее – ОДК). Периодичность наблюдений – 1 раз в 6 лет. Ежегодно обследования проводятся на части пунктов наблюдений таким образом, чтобы за шестилетний период были охвачены все 90 пунктов.

Наблюдения за химическим загрязнением земель в населенных пунктах осуществляются на территории 34 городов – областные центры, города с населением 50 тыс. человек и более, а также с населением менее 50 тыс. человек, в которых сосредоточены крупные промышленные предприятия. Почвенные пробы в населенных пунктах отбираются на 1056 пунктах наблюдений. Оценка степени загрязнения земель (почвы) осуществляется путем сопоставления полученных данных с ПДК (ОДК) и фоновыми значениями, взятыми на фоновых территориях. Периодичность наблюдений – 1 раз в 5 лет.

Наблюдения за химическим загрязнением земель в придорожных полосах автомобильных дорог проводятся на 22 почвенных профилях (88 пунктов наблюдений) в зонах влияния республиканских автомобильных дорог с разной интенсивностью движения

транспортных средств. Почвенные профили расположены в луговых биогеоценозах с равнинным рельефом на расстоянии 10, 25, 50 и 75 м от границы полотна дороги. Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 5 лет.

Перечень загрязняющих веществ, определяемых в пробах почв, отобранных на пунктах наблюдений, определяется принадлежностью и назначением земель. Химико-аналитические испытания проводятся по следующим ингредиентам: общее содержание и подвижные формы тяжелых металлов (кадмия, цинка, свинца, меди, никеля, мышьяка, хрома, ртути), сульфаты, нитраты, хлориды, нефтепродукты, ПХД, бензо(а)пирен и кислотность почв (рН).

Наблюдения за состоянием почвенного покрова земель:

- наблюдения за процессами водной эрозии;
- наблюдения за компонентным составом почвенного покрова и интенсивностью ветровой эрозии осушенных почв.
- наблюдения за осушенными ландшафтами и почвами;
- наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения.

Наблюдения за процессами водной эрозии, а также наблюдения за компонентным составом почвенного покрова и интенсивностью ветровой эрозии осушенных почв ежегодно проводил РУП «Институт почвоведения и агрохимии». В Белорусском Поозерье и в зоне Белорусской гряды в 2006 г. создана репрезентативная сеть наблюдений (5 пунктов) за водно-эрозионной деградацией почв, в южной почвенно-экологической провинции создана репрезентативная сеть наблюдений за изменением компонентного состава почвенного покрова осушенных территорий Полесья, подвергающихся ветровой эрозии (4 пункта). Наблюдения в рамках НСМОС проводились до 2021 г.

Наблюдения за осушенными ландшафтами и почвам закреплены за научно-исследовательской лабораторией экологии ландшафтов Белорусского государственного университета (далее – НИЛ экологии ландшафтов БГУ) и РУП «Институт мелиорации». НИЛ экологии ландшафтов БГУ с 1974 г. проводит комплексные исследования с целью оценки состояния и выявления закономерностей изменения почв и ландшафтов в регионах, где осуществлена гидротехническая осушительная мелиорация. Наблюдения за осушенными ландшафтами и почвами в рамках НСМОС осуществлялись до 2012 г.

Наблюдения за изменением состава и состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения проводятся на основании данных, полученных при крупномасштабном почвенно-агрохимическом обследовании сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. Крупномасштабное агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных земель проводилось с 1965 по 2017 гг. и носило плановый характер с периодичностью раз в 4 года.

В целях информирования заинтересованных и предоставления данных посредством глобальной компьютерной сети Интернет центром мониторинга земель в 2017 г. был создан тематический слой «Пункты наблюдений НСМОС», который размещен в свободном доступе на Геопортале земельно-информационной системы Республики Беларусь (геопортал открытых данных): <http://gismap.by> (рисунок 8.1).

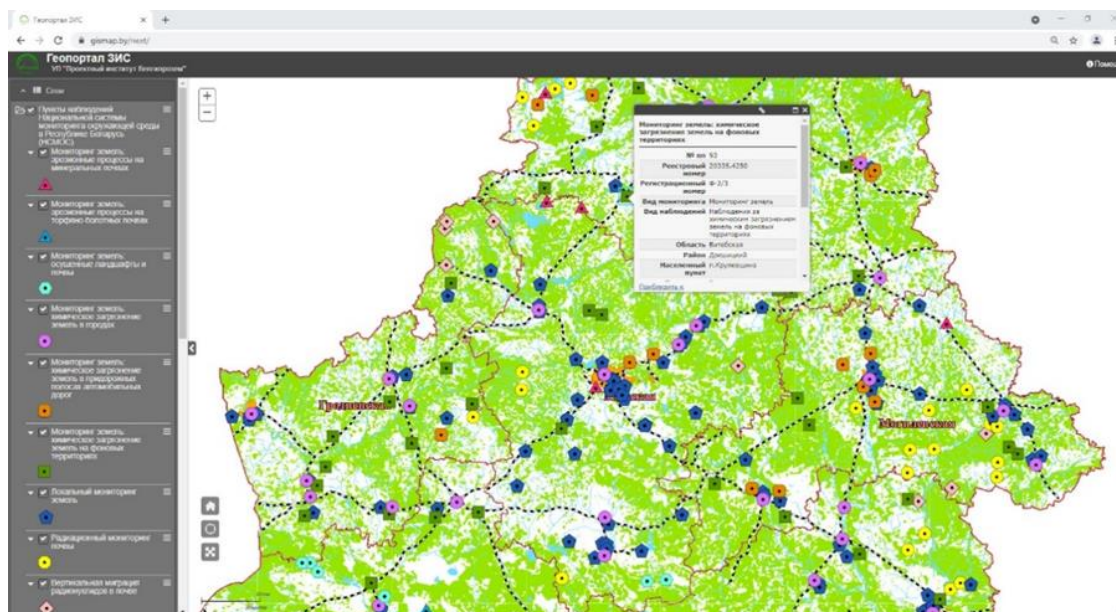


Рисунок 8.1 – Вид страницы геопортала открытых данных, слой «Пункты наблюдений НСМОС»

Результаты наблюдений за 30-летний период и основные тенденции

Наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов. Одной из основных устойчивых многолетних тенденций в изменении структуры земельных ресурсов по видам земель является уменьшение площади сельскохозяйственных земель и увеличение площади, занятой лесными землями и землями под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) (рисунок 8.2). При этом следует отметить, что площадь пахотных земель остается практически стабильно неизменной, а последние 10 лет наблюдается небольшое увеличение площади пахотных земель в среднем на 0,1–0,2 % в год.

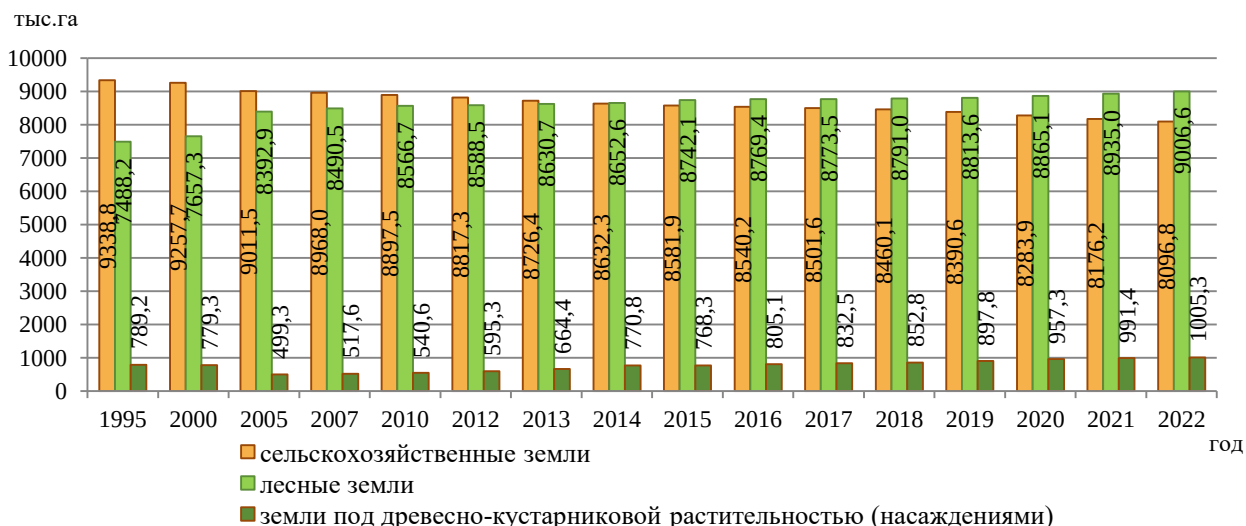


Рисунок 8.2 – Динамика площади сельскохозяйственных земель, лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями)

Ранее уменьшение площади сельскохозяйственных земель было связано, в основном, с переводом малопродуктивных земель в несельскохозяйственные земли. В последнее время этот процесс происходит в связи с зарастанием земель древесно-кустарниковой растительностью. Кроме того, одной из основных причин уменьшения

площади сельскохозяйственных земель является их изъятие и предоставление для строительства объектов и иных несельскохозяйственных целей.

В изменении структуры земельных ресурсов Республики Беларусь по видам земель прослеживаются и другие многолетние тенденции (рисунок 8.3). Так в последние 30 лет наблюдается постепенное сокращение площади земель под болотами (на 22,4 % или 218,2 тыс. га по сравнению с 1992 г.). Прослеживается уменьшение общей площади нарушенных, неиспользуемых и иных земель почти в 2 раза. Это результат работ по рекультивации нарушенных земель и повышению действенности государственного контроля за использованием и охраной земель. При этом происходит постоянный рост площади земель под застройкой (за аналогичный период в 3 раза), увеличиваются площади земель под дорогами и иными транспортными коммуникациями.

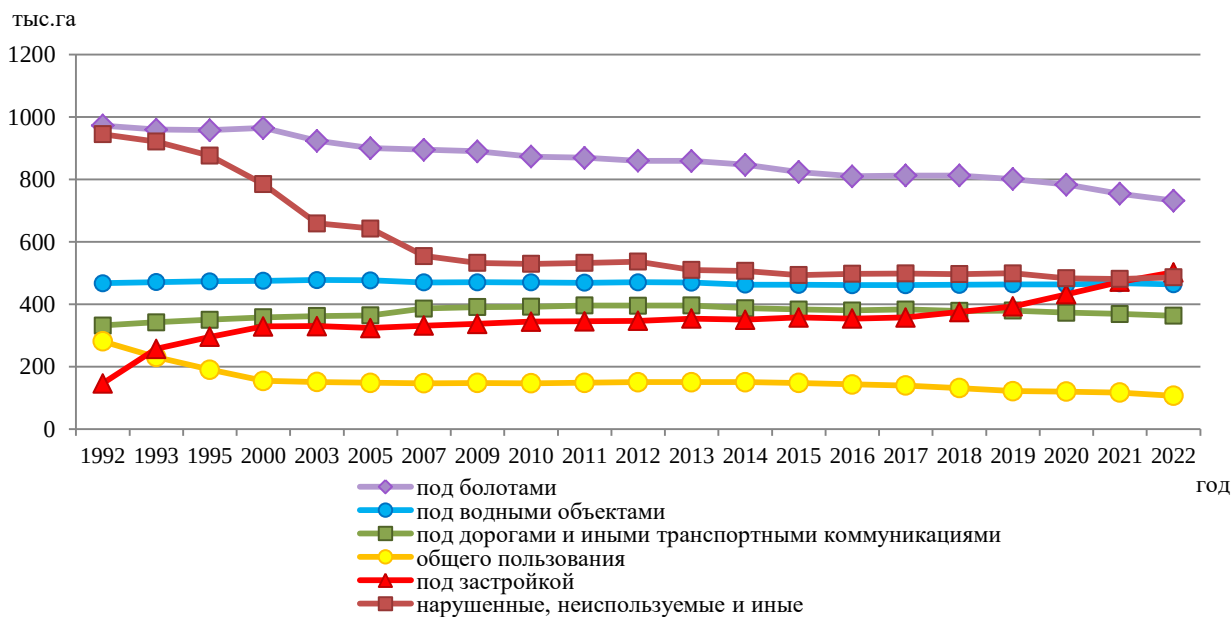


Рисунок 8.3 – Динамика площади земельных ресурсов Республики Беларусь по некоторым видам земель с 1992 г. по 2022 г.

Тенденция увеличения с начала 1990-х площади средостабилизирующих видов земель, формирующих природный каркас территории, является результатом «экологизации» землепользования и следствием земельных и экономических преобразований в Республике Беларусь. Земли природного каркаса составляют на сегодняшний день 57,2 % территории страны (рисунок 8.4).

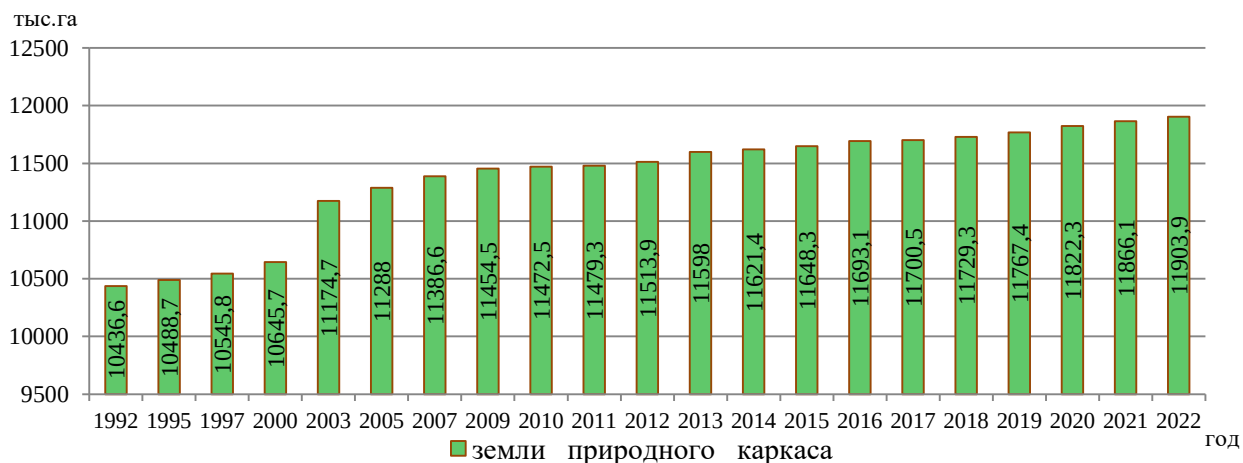


Рисунок 8.4 – Динамика площади земель природного каркаса

Сельскохозяйственная освоенность территории Республики Беларусь достаточно высокая (39,4 %), хотя наблюдается тенденция постепенного снижения этого показателя. Распаханность сельскохозяйственных земель – 68,8 %, под постоянными культурами – 1,2 %, луговыми землями – 30,0 % общей площади сельскохозяйственных земель. Среди луговых земель 69,4 % составляют улучшенные. Прослеживается многолетняя тенденция сокращения площади луговых естественных земель. Заболочено 11,8 % естественных луговых земель, заустарено 18,8 %.

Основными землепользователями в республике являются сельскохозяйственные организации и организации, ведущие лесное хозяйство (42,0 и 42,4 % общей площади земель соответственно). Основная тенденция изменения площади земель сельскохозяйственных организаций – уменьшение, а земель организаций, ведущих лесное хозяйство, – увеличение.

Наблюдается устойчивая многолетняя тенденция уменьшения площади земель граждан. С 1991 г. начались массовые работы по расширению личных подсобных хозяйств граждан, созданию садоводческих товариществ, развитию индивидуального жилищного строительства и т. д. Площадь земель граждан увеличилась с 1990 по 1995 гг. в 2,3 раза, а с 1995 г. начался обратный процесс. Он обусловлен, прежде всего, возвратом земель, невостребованных гражданами, сельскохозяйственным организациям.

Следует отметить положительную тенденцию постоянного увеличения (начиная с 2008 г.) количества крестьянских (фермерских) хозяйств и их общей площади земель (рисунок 8.5). Для развития фермерских хозяйств созданы благоприятные условия: разработаны государственные программы, система льготного кредитования, оказывается государственная поддержка на всех уровнях.

Сформировалась тенденция устойчивого роста земель природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения. Их общая площадь за этот период выросла в 2,8 раза. Сложившийся тренд соответствует передовой мировой практике и природоохранной политике государства.

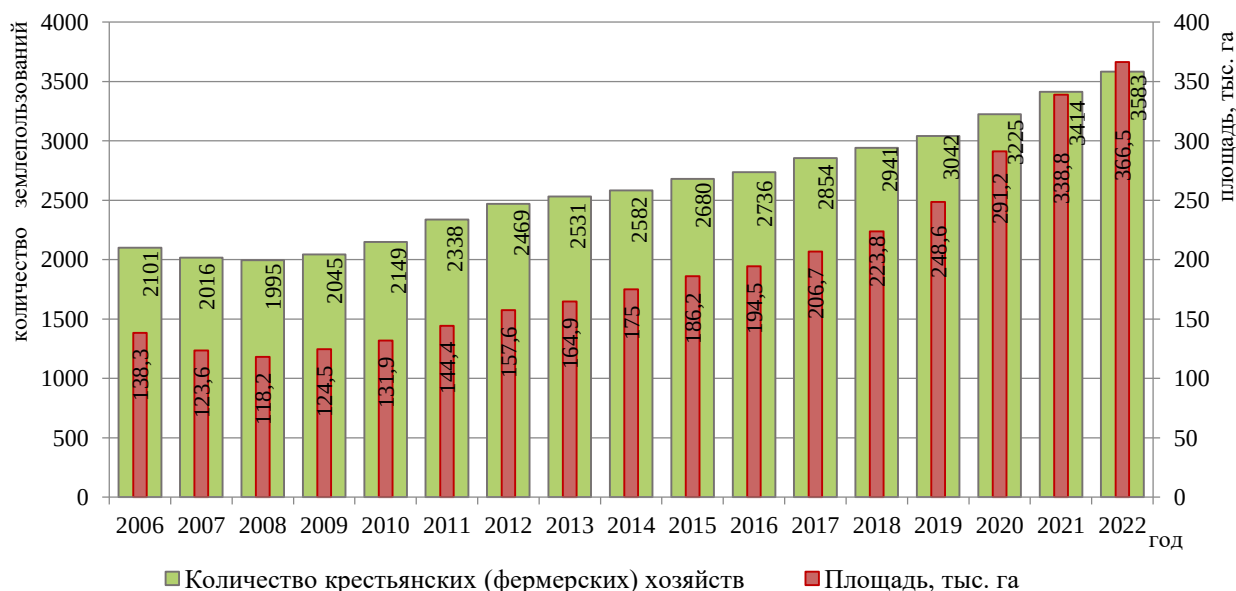


Рисунок 8.5 – Динамика количества крестьянских (фермерских) хозяйств и их площади по годам

Данные наблюдений за химическим загрязнением земель, полученные на сети пунктов фоновых территорий за период 2000 – 2020 гг., позволяют сделать вывод, что содержание загрязняющих веществ в почвах на фоновых территориях значительно ниже значений ПДК (ОДК) и не превышали их, близки к уровням, наблюдаемым в почвах

европейской территории стран СНГ, фоновых районах стран Западной Европы и соответствуют мировым оценкам. Среди выявленных тенденций можно отметить уменьшение содержания нитратов в почвах на фоновых территориях (рисунок 8.6).

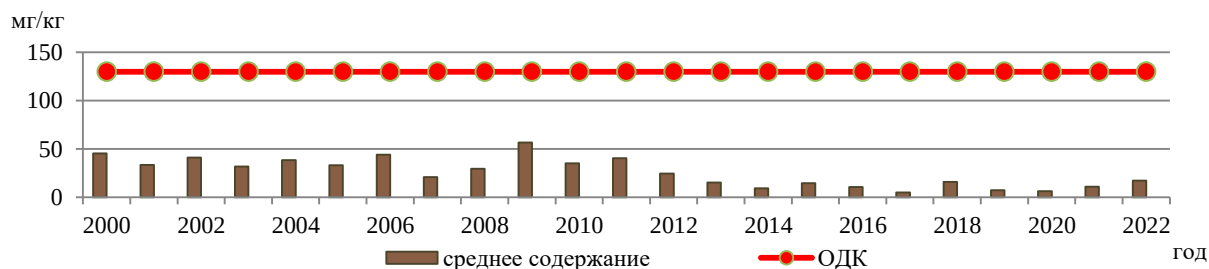


Рисунок 8.6 – Содержание нитратов в почвах на пунктах наблюдений на фоновых территориях по годам

Концентрации других загрязняющих веществ (сульфаты, цинк, медь, кадмий, свинец, никель и др.) изменялись незначительно и были намного ниже значений ПДК и ОДК (рисунки 8.7 и 8.8).

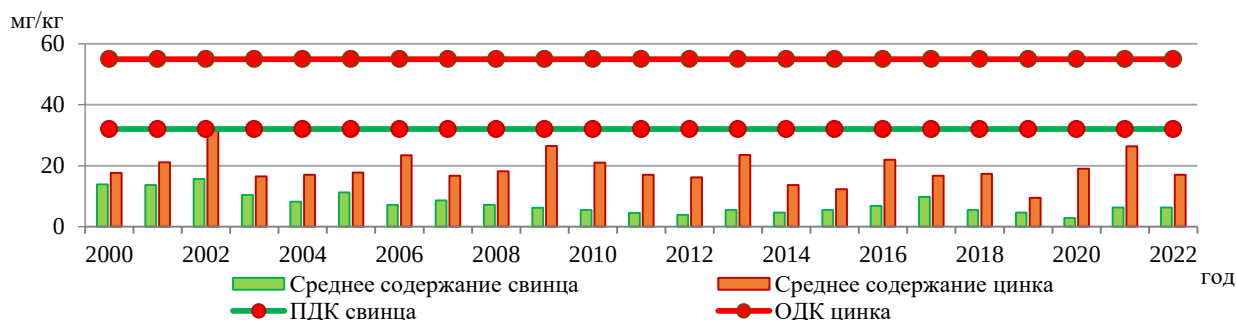


Рисунок 8.7 – Содержание свинца и цинка в почвах на пунктах наблюдений на фоновых территориях по годам

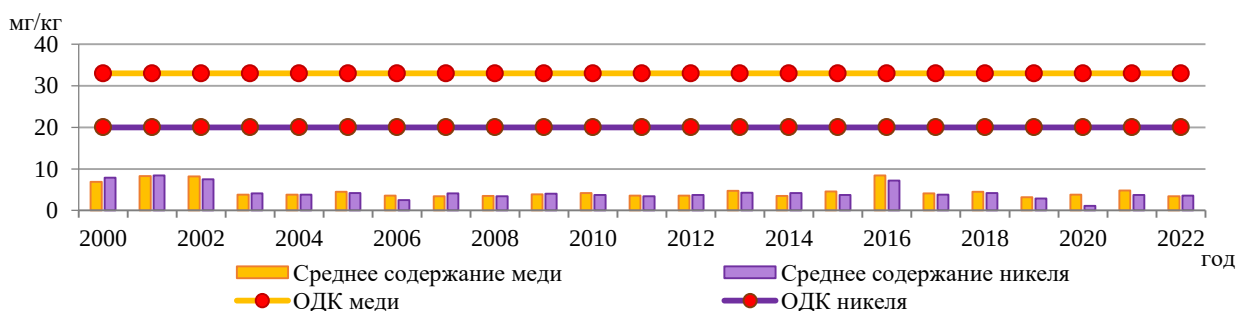


Рисунок 8.8 – Содержание меди и никеля в почвах на пунктах наблюдений на фоновых территориях по годам

В то же время данные, полученные на пунктах наблюдений в населенных пунктах, свидетельствуют о значительных техногенных нагрузках на почвы и их устойчивом росте, вызванном накоплением загрязняющих веществ в почвах центральных частей городов, где велико влияние автотранспорта и сосредоточены промышленные предприятия. Наблюдается неоднородность распределения загрязняющих веществ по функциональным зонам. Основными загрязнителями почв в населенных пунктах являются нефтепродукты и тяжелые металлы (цинк, свинец, медь и кадмий). Превышение значений ПДК нефтепродуктов наблюдается практически для всех городов по всем годам. За весь период наблюдений ни в одном из городов не отмечено превышений по нитратам, редки превышения по сульфатам.

Полученные результаты на сети наблюдений в придорожных полосах автодорог свидетельствуют о том, что значения, превышающие ПДК нефтепродуктов, регистрируются практически на всех удалениях профилей с разной интенсивностью движения транспорта. Наибольшие значения характерны для 10-метровой зоны удаления от полотна автодороги. Также к основным загрязнителям придорожных почв относятся такие тяжелые металлы, как свинец и медь. Корреляционная зависимость степени загрязнения почв от интенсивности движения транспорта установлена для свинца. Также прослеживается зависимость уменьшения его содержания с удалением от полотна автодороги.

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что существующая система мониторинга земель позволяет оценить современное состояние земель Республики Беларусь и выявить сложившиеся тенденции их изменений. Результаты наблюдений *применяются при оценке эффективности использования земель, в определении мер по минимизации сложившихся негативных тенденций, при разработке комплекса природоохранных мероприятий и иных целей.*

Перспективным направлением развития является расширение функциональных возможностей отображения и предоставления результатов наблюдений заинтересованным пользователям в сети Интернет, в частности, посредством тематического слоя на геопортале открытых данных или, в перспективе, на базе другой разработанной системы (РИСАМОС Белгидромета).

9. Мониторинг лесов

Мониторинг лесов представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием лесов, оценки и прогноза изменения состояния лесов. Мониторинг лесов осуществляется Министерством лесного хозяйства по двум направлениям:

- состояние лесов под воздействием антропогенных и природных факторов (мониторинг состояния лесов);
- состояние лесов под воздействием вредителей и болезней лесов (лесопатологический мониторинг).

Мониторинг состояния лесов проводится на основе методики, разработанной в рамках международной программы по мониторингу и оценке влияния воздушного загрязнения на леса (ICP Forests). Для ведения мониторинга состояния лесов в 1989 г. специалистами лесоустроительного республиканского унитарного предприятия «Белгослес» (далее – РУП «Белгослес») на топографических картах масштаба 1:100 000 на землях лесного фонда были спроектированы растровые сетки с расположением вертикальных и горизонтальных линий через 16, 8 и 4 км (с размером ячеек 16×16, 8×8 и 4×4 км).

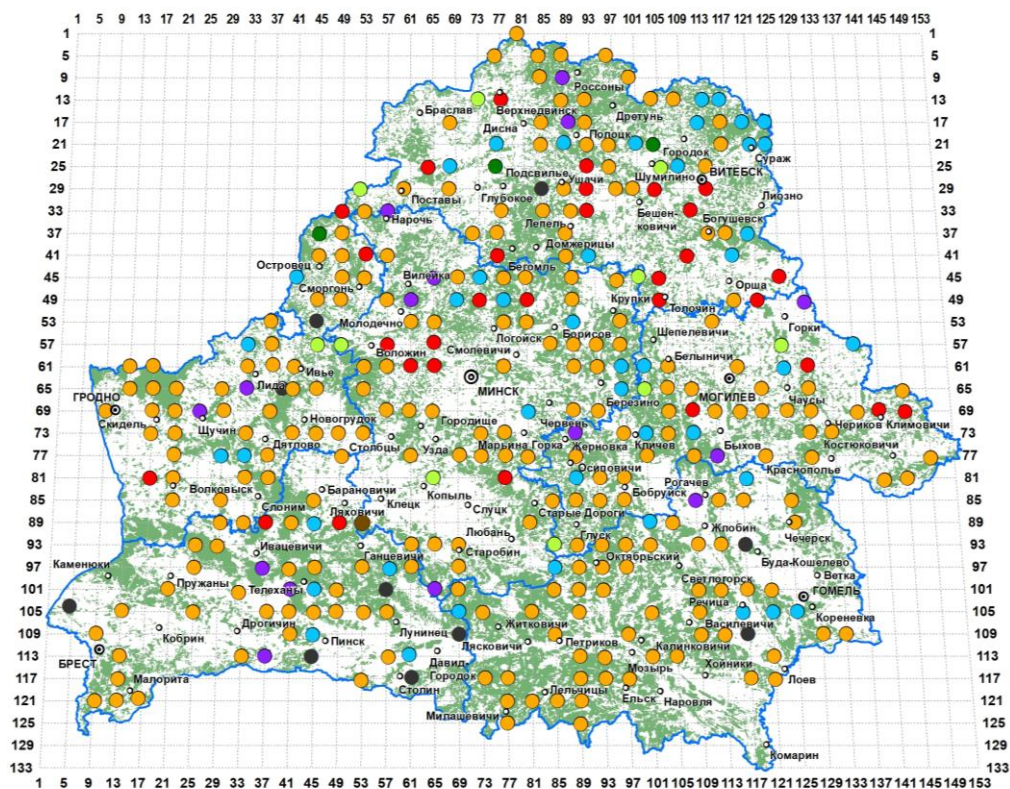
В 1990 г. в насаждениях в узлах пересечения общеевропейской растровой сетки 16×16 км было заложено 402 пункта наблюдений. В последующие годы на этой сетке было заложено ещё 49 пунктов, а также проводилась закладка пунктов наблюдений в узлах пересечения национальной растровой сетки с размером ячеек 8×8 км и локальной растровой сетки 4×4 км. Общее количество пунктов наблюдений, заложенных на общеевропейской и национальных сетках, составило 1530 пунктов. Закладка пунктов наблюдений, расположенных на растровой сетке, обеспечило получение случайности выборки оцененных деревьев. Растровые сети пунктов наблюдений являются наиболее простым и понятным способом организации отбора модельных деревьев с относительно большой территории по строгим и однозначным правилам. Применение растровых сетей аналогично широко применяемому в таксации растущего древостоя механическому отбору деревьев в выборку (выбирается, например, каждое 5-е дерево в изучаемом насаждении), обеспечивающему с достаточной точностью случайность выборки.

В целях оптимизации затрат на проведение мониторинга состояния лесов с 2007 г. обследуются только пункты наблюдений, расположенные на общеевропейской растровой сетке 16×16 км. Количество пунктов наблюдений, заложенных на этой сетке, в разрезе годов закладки приведено в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Закладка пунктов наблюдений на общеевропейской растровой сетке

Год закладки	1990	1991	1992	1993	1995	1998	2000	2009	2010	2011	2021	2022	Всего
Количество заложенных пунктов, шт	402	2	1	2	14	5	1	3	4	9	5	3	451

В связи с гибелью и вырубкой насаждений на территориях, в которых были заложены пункты наблюдений, в 2022 г. на растровой сетке 16×16 км было 366 действующих пунктов. Пространственное размещение пунктов наблюдений, обследованных в 2022 г., показано на рисунке 9.1.



● Сосна; ● Ель; ● Дуб; ● Граб; ● Береза; ● Осина; ● Ольха черная; ● Ольха серая

Рисунок 9.1 – Местоположение пунктов наблюдений, обследованных в 2022 г., и преобладающие в них древесные породы

Обследование пунктов наблюдений проводится один раз в год с 15 июня по 31 августа, в период, когда хвоя и листва полностью сформировались, и до начала осеннего старения. В пункте наблюдений на четырех подучастках, расположенных по основным направлениям (север, юг, восток, запад) на расстоянии 25 м от центра, оценивается по 6 учетных деревьев, отобранных по определенным критериям, что в целом составляет 24 дерева. Состояние учетных деревьев определяется по морфологическим изменениям деревьев. Важнейшими визуальными признаками состояния деревьев являются густота и цвет кроны, наличие и доля усохших ветвей в кроне, состояние коры. Кроме биоиндикационных признаков состояния деревьев, определяются видимые повреждения деревьев различными факторами (агентами) и степень повреждения ими различных частей дерева.

Обработка массива данных, полученных при оценке учетных деревьев в пунктах наблюдений, позволяет получить показатели, характеризующие жизнеспособность лесов, а также установить причины, приводящие к повреждениям и гибели лесов на территории страны. Получаемые показатели составляют основу для своевременного обнаружения негативных факторов, воздействующих на леса, оценки и прогноза изменения жизнеспособности лесов.

Лесопатологический мониторинг проводится государственным учреждением по защите и мониторингу леса «Беллесозащита» (далее – ГУ «Беллесозащита»). Пунктами наблюдений лесопатологического мониторинга являются участки лесного фонда юридических лиц, ведущих лесное хозяйство. По состоянию на 2022 г. лесопатологический мониторинг проводится на 118 пунктах наблюдений.

Лесопатологический мониторинг является комплексным и осуществляется путем проведения следующих видов работ:

- общий надзор – постоянные наблюдения за лесными насаждениями и другими объектами лесного фонда с целью своевременного обнаружения очагов вредителей и болезней лесов, а также повреждений неблагоприятными факторами окружающей среды;

- рекогносцировочный надзор – ежегодные наблюдения на постоянных участках лесных насаждений в сроки, установленные для конкретного вида насекомых, с целью выявления на ранней стадии признаков возникновения очагов массового размножения хвое- и листогрызущих вредителей;

- детальный надзор – ежегодные двухразовые наблюдения на постоянных маршрутных ходах с целью оценки лесопатологического состояния лесных насаждений и учета численности хвое- и листогрызущих вредителей;

- феромонный надзор – ежегодные наблюдения в сроки, установленные рекомендациями по применению синтетических аналогов феромонов для конкретного вида насекомых, с целью оперативного контроля численности вредителей и учета динамики развития их популяций на участках лесного фонда;

- лесопатологические обследования – ежегодные обследования объектов лесного фонда в установленные сроки с целью выявления и учета очагов вредителей и болезней лесов, оценки лесопатологического и санитарного состояния, а также назначения лесозащитных мероприятий;

- инвентаризация очагов вредителей и болезней лесов – ежегодная разовая инвентаризация площади очагов, которые были выявлены при лесопатологическом мониторинге в текущем году и (или) в прошлые годы на дату проведения инвентаризации.

На основе полученных данных дается оценка и прогноз развития патологических процессов в лесном фонде, обосновывается и разрабатывается экономически и экологически целесообразная система лесозащитных мероприятий, включающая профилактические (организационно-технические, лесохозяйственные, лесокультурные, санитарные) и активные защитные и истребительные меры.

В целях обеспечения координации действий по организации сбора, хранения, обработки, анализа данных и предоставления информации, получаемой при проведении направлений мониторинга лесов, в 2007 г. в РУП «Белгослес» создан ИАЦ мониторинга лесов. ИАЦ функционирует на базе отдела дистанционного зондирования и мониторинга лесов.

С целью совершенствования системы мониторинга лесов, а также оптимизации затрат на его проведение в методологию работ периодически вносились изменения.

В целях оптимизации затрат с 2007 г. мониторинг состояния лесов начал проводиться только в транснациональных пунктах наблюдений. Это позволило уменьшить количество обследуемых пунктов наблюдений в три раза, с 1205 до 400.

С 2012 г. обследование пунктов наблюдений мониторинга состояния лесов и лесопатологического мониторинга, и представление первичных или обобщенных данных для дальнейшей обработки в специализированные организации (РУП «Белгослес» и ГУ «Беллесозащита») начали обеспечивать юридические лица, ведущие лесное хозяйство (далее – лесхозы), что также позволило уменьшить затраты на проведение мониторинга.

С 2017 г. для улучшения оперативности лесопатологического обследования участков лесного фонда, подвергшихся ветровалам, пожарам, воздействию вредителей леса и других неблагоприятных факторов окружающей среды, лесхозы начали использовать беспилотные летательные аппараты.

Сложившаяся система мониторинга лесов обеспечивает не только своевременное выявление негативных процессов, воздействующих на леса, но и планирование, и осуществление эффективных природоохранных и лесозащитных мероприятий.

За время проведения мониторинга периоды ухудшения состояния лесов отмечались неоднократно. Состояние лесов ухудшалось в основном после сильных засух, которые охватывали большую часть территории страны. Для нашего климата засуха нехарактерное природное явление, которое негативно отражается на состоянии лесов. Связано это с тем,

что в вегетационный период из-за высокой температуры и недостатка влаги в почве у растений нарушается водный баланс. Это приводит к ослаблению деревьев, и они становятся менее устойчивыми к воздействию вредителей и болезней.

Первый раз состояние лесов существенно ухудшилось после 1992 г., который был самым засушливым годом за всю историю метеорологических наблюдений. Тогда отмечалось резкое увеличение отпада деревьев ели и дуба (рисунок 9.2).

После сильной засухи 2002 г. также отмечалось резкое увеличение отпада деревьев ели и дуба. Но наиболее продолжительное ухудшение состояния лесов отмечено после засухи 2015 г., которая по своей силе была сопоставима с засухой 1992 г. Жаркая погода и недобор осадков в 2015 г. ослабили большинство древесных пород, в том числе и наиболее устойчивую в предыдущие годы сосну. Усыхание сосновых лесов началось в юго-восточной части страны. В настоящее время усыхание деревьев сосны, а также деревьев других пород, происходит в основном в южной половине страны. На этой территории после 2015 г. почвенные засухи были ежегодными, более интенсивными и продолжительными, в сравнении с северной половиной страны.

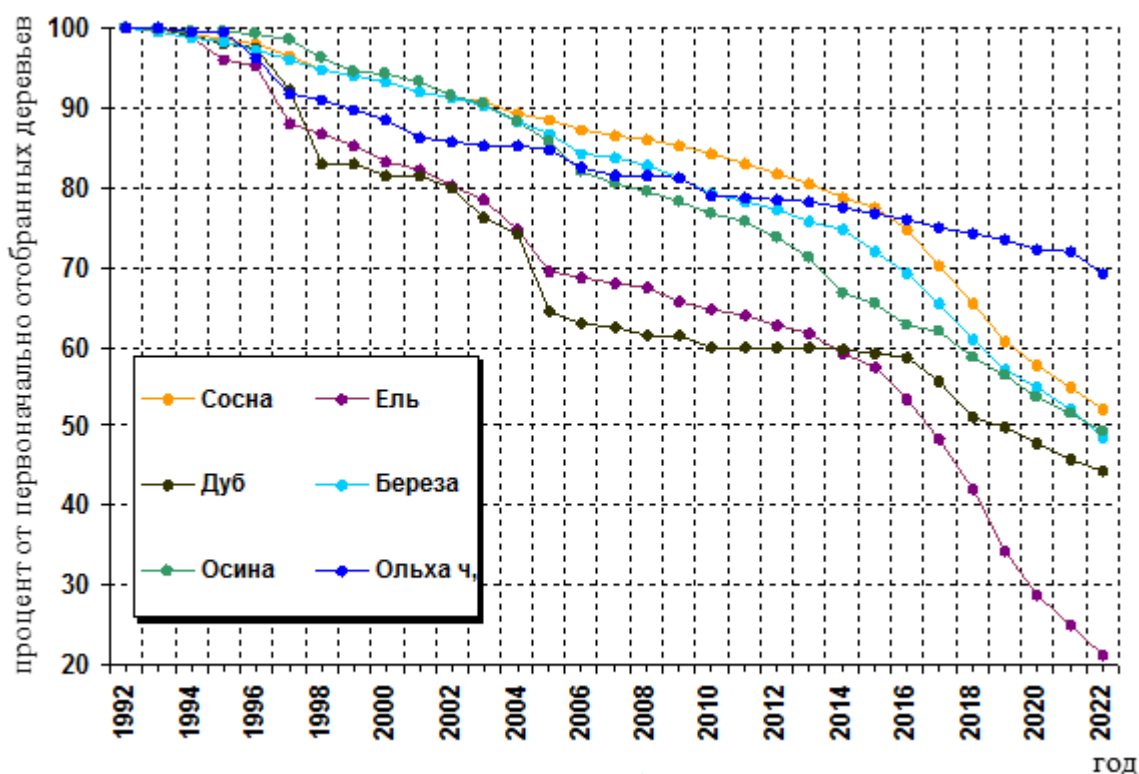


Рисунок 9.2 – Сохранность деревьев, отобранных в 1990 – 1992 гг. для ведения мониторинга состояния лесов

Изменение климата привело к усилению экстремальности и других опасных погодных явлений, из которых наибольшее негативное влияние на состояние лесов оказывает шквалистое усиление ветра вплоть до урагана, приводящее к ветровалу отдельных деревьев и насаждений. За период наблюдений на территории страны ветровалы были ежегодно. В большинстве случаев гибель деревьев происходила на локальных территориях и небольших по площади участках, но в некоторые годы ветровалы были массовыми. Наиболее массовыми они были в 1997, 2005, 2006, 2009, 2010, 2015, 2016 и 2022 гг. Как следствие, за период наблюдений ветровалы были основной причиной гибели деревьев, установленной по удельному весу деревьев, погибших от различных неблагоприятных факторов.

10. Мониторинг животного мира

Мониторинг животного мира – составная часть НСМОС, представляющая собой систему наблюдений за состоянием объектов животного мира и среды их обитания, оценки и прогноза их изменений под воздействием природных и антропогенных факторов. Мониторинг животного мира направлен на долговременное проведение регулярных комплексных наблюдений и сравнительных оценок состояния и тенденций изменений важнейших групп диких животных в условиях разнообразной антропогенной нагрузки и ландшафтной дифференциации природной среды. В результате регулярных наблюдений ежегодно получают данные о среде обитания видов, определяются тенденции численности видов диких животных и выявляются факторы, влияющие на тенденции их численности.

Мониторинг животного мира является видом мониторинга окружающей среды и проводится Национальной академией наук Беларуси (далее – НАН Беларуси) в рамках НСМОС.

Работы в области мониторинга животного мира начаты с 2006 г. в рамках Программы развития НСМОС на 2006 – 2010 гг.

Наблюдения за дикими животными проводятся в пунктах наблюдений мониторинга животного мира, включенных в государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС.

Сбор, хранение, обработку, анализ данных мониторинга животного мира, представление экологической информации, получаемой в результате проведения мониторинга животного мира, обеспечивает НАН Беларуси через ИАЦ мониторинга животного мира, функционирующего на базе НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам.

Наблюдения в рамках мониторинга животного мира проводятся по 7 направлениям:

- наблюдения за дикими животными, относящимися к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, и средой их обитания;
- наблюдения за дикими животными, относящимися к видам, подпадающим под действие международных договоров Республики Беларусь, и средой их обитания;
- наблюдения за дикими животными, относящимися к объектам рыболовства, и средой их обитания;
- наблюдения за дикими животными, относящимися к объектам охоты, и средой их обитания;
- наблюдения за инвазивными чужеродными дикими животными и средой их обитания;
- наблюдения за дикими животными, обитающими на землях населенных пунктов, и средой их обитания;
- наблюдения за дикими животными, не относящимися к объектам охоты и рыболовства, и средой их обитания.

В результате многолетних работ по мониторингу, создана сеть мониторинга, состоящая из 105 пунктов наблюдений за объектами животного мира. С момента закладки сети пунктов наблюдений количество пунктов постоянно растет. На данном этапе проводятся работы по разработке методик наблюдений и увеличению сети наблюдений за промысловыми видами диких животных (животных не относящимися к объектам охоты и рыболовства) и животных попадающим под действие международных договоров Республики Беларусь (рисунок 10.1).

Наблюдения за дикими животными, относящимися к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, и средой их обитания включают наблюдения за состоянием популяций видов водных и наземных беспозвоночных, рыб, земноводных, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих, включенных в Красную книгу Республики Беларусь на 69 пунктах мониторинга.

Получены данные о численности, данные о тенденциях численности, экологические характеристики популяций охраняемых видов диких животных и данные о среде их обитания. Для ряда видов отмечены негативные тенденции численности. Очень сильное влияние на состояние популяций диких животных в последние годы оказали последствия засушливых погодных условий последних лет, зарастание лугов и болот древесно-кустарниковой растительностью. Среди антропогенных факторов наиболее значительными являются весенняя охота и рубка старовозрастных лесов.

Численности популяций 5 видов реликтовых ракообразных, обитающих в глубоководных озерах (4 постоянных пункта наблюдений), стабильны (родственная понтопорей, реликтовая мизиды, длиннохвостый лимнокалянус, бокоплав Палласа, озерная эвритемора). Средняя плотность видов имеет незначительные межгодовые колебания. Для 2 видов (медицинская пиявка, широкопалый рак) отмечены негативные тенденции численности и исчезновение отдельных популяций.

Продолжается тенденция сокращения площади местообитаний и численности охраняемых видов чешуекрылых, топически связанных в первую очередь с луговыми экосистемами, во вторую очередь – с экосистемами верховых и низинных болот (голубянка черноватая (*Phengaris nausithous*), сатир железный (*Hipparchia statilinus*), голубянка точечная (*Phengaris telejus*)). Основные наблюдаемые причины – прекращение традиционного экстенсивного использования лугов (как следствие – их зарастание древесно-кустарниковой растительностью), лесопосадки. Также отмечено исчезновение на пункте наблюдений (Калинковичский район) двух видов чешуекрылых (голубянка черноватая (*Phengaris nausithous*) и сатир железный (*Hipparchia statilinus*)) в связи с крупным пожаром и последующим зарастанием кустарниками.

Динамика численности популяций охраняемых видов рептилий (болотная черепаха, медянка) стабильная. Наблюдается долгосрочное снижение численности популяций охраняемых видов земноводных (гребенчатый тритон, камышовая жаба).

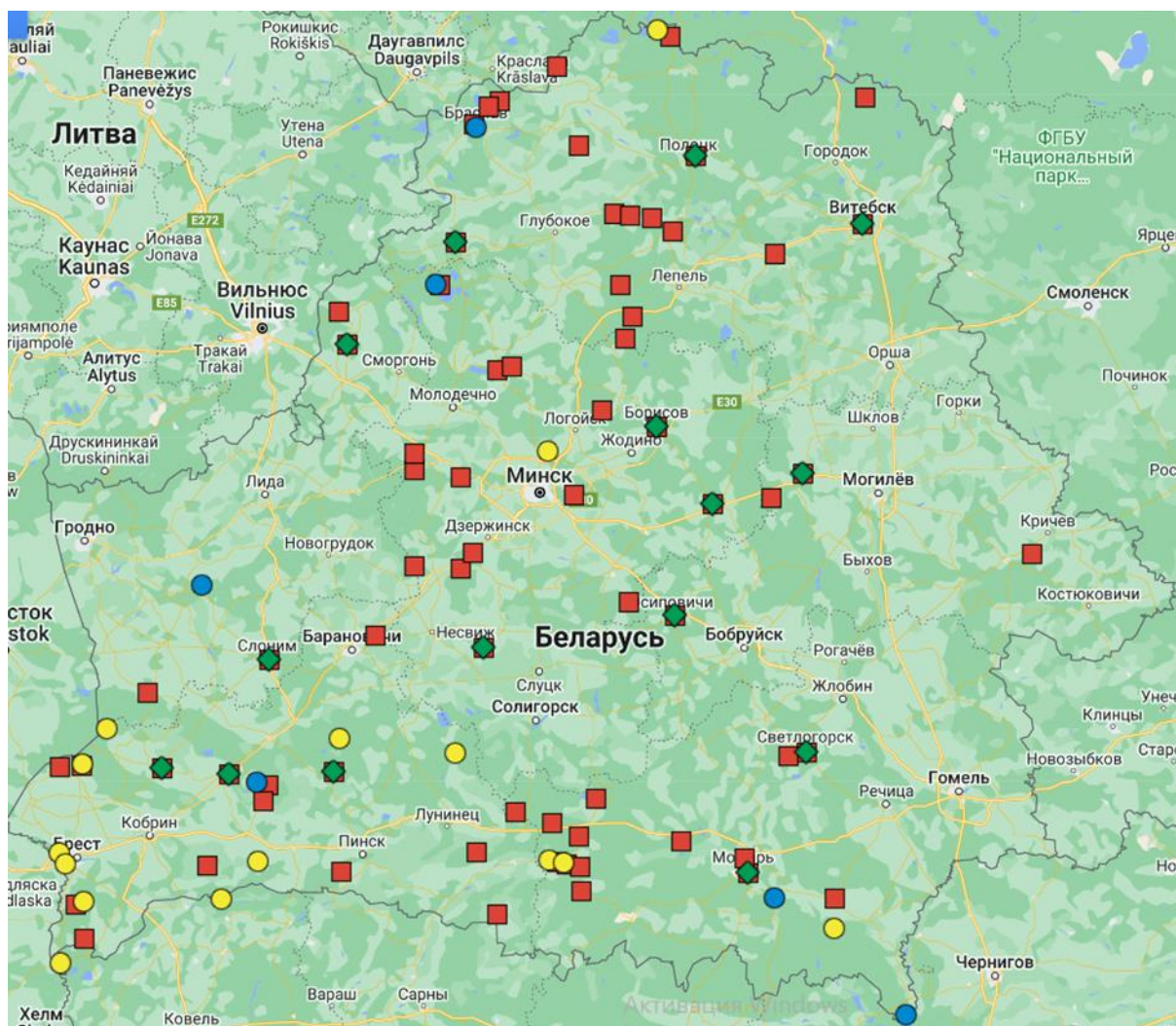
Состояние популяций водно-болотных птиц сильно связано с неблагоприятными климатическими факторами: засушливыми погодными условиями в период весенней миграции и размножения водно-болотных видов птиц. Численности лесных видов птиц (большой подорлик, малый подорлик, филин, черный аист) продолжают постепенно снижаться. Установлена связь их успеха размножения с уровнем обводненности кормовых территорий. Успех размножения черного аиста в некоторые засушливые годы близок к нулю. Негативное влияние на эти виды оказывает конкуренция и хищничество орлана-белохвоста. Отмечены случаи рубок на местах гнездования и браконьерства.

Наблюдения за дикими животными, относящимися к видам, подпадающим под действие международных договоров Республики Беларусь, и средой их обитания включают наблюдения за видами диких животных, включенных в списки видов международных конвенций (Конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных (Боннская конвенция) и Конвенции об охране дикой фауны и флоры, и природных мест обитания в Европе (Бернская конвенция)). Наблюдения проводятся в период миграции и размножения на 15 пунктах мониторинга.

Анализ весенней миграции птиц в пойме р. Припять показал снижение количества мигрирующих особей гусей и уток и сокращения периода их миграций. В период весенней миграции гусей в последние 7 лет на территории поймы р. Припять в Житковичском районе отсутствуют значительные скопления на отдыхе и кормёжке в большинстве мест, характерных для предыдущих лет. Данная ситуация объясняется последствиями низких уровней воды в р. Припять в предыдущие годы и смещением миграционных путей птиц. Среди антропогенных факторов наиболее значительным является весенняя охота.

За 2021 и 2022 гг. численность мигрирующих уток на пойме р. Припять немного выросла по сравнению с предыдущими сезонами, отреагировав на снижение охотничьей нагрузки в том числе от иностранных охотников.

В последние два года на мониторинговом участке Туровщина (Житковичский район) наблюдается рост числа гнездящихся пар белого аиста после катастрофического падения численности вида, отмечавшейся в период 2015 – 2020 гг. Доля неуспешных пар за последние 16 лет имеет тренд к увеличению, что в совокупности со снижением репродуктивного успеха свидетельствует об ухудшении кормовых и гидрологических условий, которые отличаются крайней нестабильностью в последние годы.



■ – наблюдения за дикими животными, относящимися к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, и средой их обитания;

● - наблюдения за дикими животными, относящимися к видам, подпадающим под действие международных договоров Республики Беларусь, и средой их обитания;

● - наблюдения за дикими животными, обитающими на землях населенных пунктов, и средой их обитания;

◆ - наблюдения за дикими животными, относящимися к объектам охоты, и средой их обитания.

Рисунок 10.1 – Карта-схема пунктов наблюдений мониторинга животного мира (по состоянию на 1 января 2023 г.)

Наблюдения за дикими животными, относящимися к объектам рыболовства, и средой их обитания включают наблюдения за состоянием популяций промысловых видов рыб на 6 пунктах мониторинга.

В целом за последние пятнадцать лет значительных изменений в структуре уловов и промысловом запасе рыб не произошло. Средний промысловый запас составил от 96,4 кг/га (оз. Дривяты) до 187,3 кг/га (р. Припять). Отмечены случаи повышения уловов отдельных видов рыб в связи с проводимыми зарыблениями. Лещ является основным промысловым видом. В последние годы этот вид входит в число доминирующих почти на всех точках мониторинга и в целом запасы этого вида имеют тенденцию к возрастанию.

Видовой состав уловов на р. Неман в последние годы существенно уменьшился. Различия в видовом и количественном составе контрольных уловов связано, как с погодными условиями, так и с влиянием гидротехнических сооружений Гродненской ГЭС.

Наблюдения за дикими животными, относящимися к объектам охоты, и средой их обитания включают наблюдения за состоянием популяций охотничьих животных на 15 пунктах мониторинга.

Согласно полученным данным численности основных охотничьих видов, зависят от мероприятий, направленных на их регулирование, принятых мер по охране охотничьей фауны от браконьерства и борьбы с хищниками, благодаря работе пользователей охотничьих угодий и контролирующих органов, а также в связи с реализацией мероприятий Государственных программы по развитию охотничьего хозяйства. Численность оленя благородного и лося в течение периода наблюдений увеличивалась. В свою очередь численность дикого кабана резко снизилась в связи с реализацией ряда мероприятий по предотвращению африканской чумы свиней. С 2013 г. его численность на пунктах учетов сократилась на 90 %.

Наблюдения за инвазивными чужеродными дикими животными и средой их обитания включают наблюдения за чужеродными видами водных беспозвоночных на 6 пунктах мониторинга.

Наиболее вредоносными чужеродными видами, за которыми сейчас проводятся наблюдения, являются: *Dikerogammarus villosus* – дикерогаммарус курчавый, *Obesogammarus crassus* – обесогаммарус толстый, *Orconectes limosus* – американский полосатый рак, *Perccottus glehnii* – ротан-головешка, *Nyctereutes procyonoides* – собака енотовидная. Для указанных животных разработаны и уточнены методы получения данных наблюдений с учетом биологии каждого вида. Определены основные физико-химические, морфологические и биологические характеристики среды обитания. Для водных животных установлена зависимость встречаемости и количественного развития от гидрологического состояния обследованных биотопов, установлены размерные характеристики особей и возрастная структура популяций, что позволяет проводить наблюдения более эффективно.

Проведены дополнительные исследования по выявлению новых местообитаний и новых чужеродных или инвазивных видов животных путем обследования предполагаемых местообитаний. Найдено более 15 новых местообитаний чужеродных видов. Впервые для фауны Беларуси зарегистрировано 2 новых вида водных инвазивов – коловратка северо-американского происхождения и понто-каспийская амфипода.

Наблюдения за дикими животными, обитающими на землях населенных пунктов, и средой их обитания включают наблюдения за зимующими водоплавающими птицами на незамерзающих водоемах в г. Минск и Минском районе.

НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам организует синхронные учеты зимующих птиц в г. Минск и Минском районе. При выявлении мест зимовок особое внимание

уделяется участкам рек в местах истока из водохранилищ и озер, водоемам-охладителям электростанций, прудам очистных сооружений городов и промышленных предприятий; местам стоков очистных сооружений в реки и озера. Объекты исследования: виды водоплавающих птиц в течение всего года присутствующие на землях крупных населенных пунктов (основной вид: кряква (*Anas platyrhynchos*), дополнительные: лебедь-шипун (*Cygnus olor*), чирок-свистунок (*Anas crecca*) и другие, если их численность начнет увеличиваться на протяжении трех и более лет), их скопления на местах зимовок на урбанизированных территориях.

Наблюдения за дикими животными, не относящимися к объектам охоты и рыболовства, и средой их обитания включают наблюдения за видами диких животных, имеющих промысловое значение (виноградная улитка и личинки хирономид) на 8 пунктах.

В период с 2018 по 2020 гг. проведен анализ данных по распространению видов диких животных, не относящихся к объектам охоты и рыболовства (съедобная лягушка, прудовая лягушка, озерная лягушка, виноградная улитка, гадюка обыкновенная). Определена методика проведения наблюдений за выбранными видами и средой их обитания, проведены первичные наблюдения. Организовано наблюдение за состоянием популяций виноградной улитки и личинками хирономид на 8 пунктах наблюдения.

В 2023 г. подготовлены паспорта 10 новых пунктов мониторинга.

К 2025 г. планируется завершить создание сети мониторинга по наблюдению за виноградной улиткой для всех районов Беларуси, в которых осуществляется промысловая заготовка.

Таким образом, сетью мониторинга охвачены только отдельные представители животного мира, но благодаря разнообразию спектра наблюдаемых видов и экологических параметров их популяций, проводимые наблюдения дают возможность своевременного выявления негативных тенденций изменения состояния объектов животного мира для различных экосистем и своевременной разработки и обоснования мероприятий по сохранению охраняемых и ресурсных видов животных

В ближайшей перспективе планируется увеличение сети пунктов наблюдений по двум направлениям:

наблюдения за дикими животными, относящимися к объектам охоты, и средой их обитания – за счет организации наблюдений за новыми видами и увеличения количества пунктов за уже охваченными видами (в том числе имеющих негативные тенденции численности популяций), что позволит получить статистически достоверные данные и дать достоверные прогнозы по изменению популяций этих видов животных;

наблюдения за дикими животными, не относящимися к объектам охоты и рыболовства, имеющих промысловое значение для всех регионов Беларуси, в которых осуществляется промысловая заготовка.

11. Мониторинг растительного мира

Мониторинг растительного мира в рамках НСМОС представляет собой целостную взаимосвязанную упорядоченную систему наблюдений за состоянием, динамикой отдельных объектов растительного мира и среды их произрастания и прогнозирования их изменений под воздействием природных и антропогенных факторов. Важнейшей функцией данного вида мониторинга в составе НСМОС является своевременное выявление негативных тенденций изменения состояния флоры, растительности и ресурсов растительного мира для разработки и обоснования комплекса мероприятий по снижению уровня антропогенного воздействия, предотвращению расширения зон экологического риска.

По результатам наблюдений получены результаты, имеющие большое практическое и научное значение, отражающие современную динамику растительности, отдельных объектов растительного мира и растительных ресурсов. Полученные данные – основной инструмент информационного обеспечения принятия решений в области охраны и использования природных ресурсов.

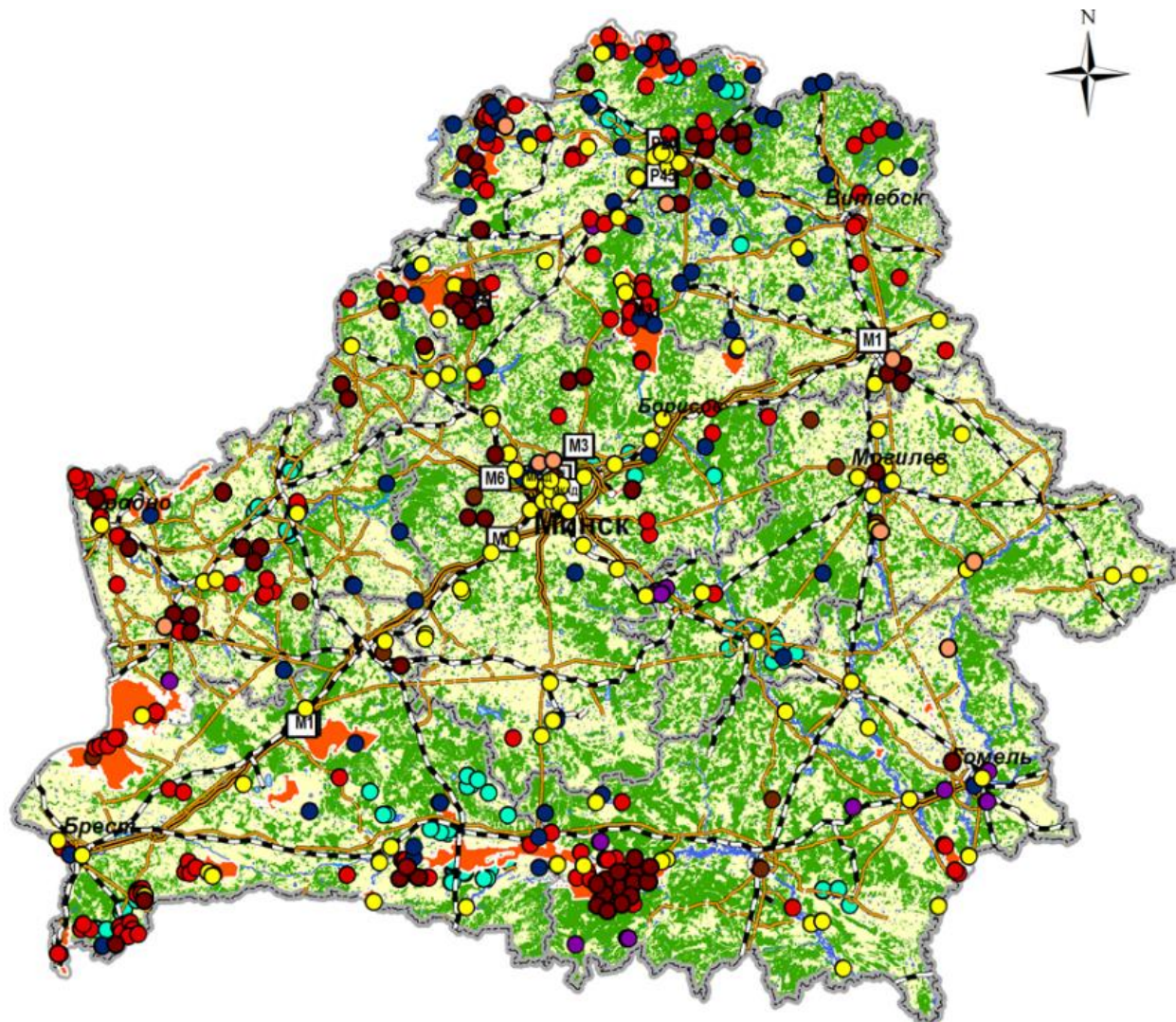
Мониторинг растительного мира осуществляется по следующим направлениям:

- разнообразие растительного мира Республики Беларусь;
- популяции видов растений, охраняемых в соответствии с международными договорами Республики Беларусь, а также включенных в Красную книгу Республики Беларусь;
- ресурсы растительного мира, включающие виды кормовых, пищевых, лекарственных, технических и других хозяйственных ценных растений;
- популяции видов инвазивных растений, создающих угрозу жизни или здоровью граждан, сохранению биологического разнообразия, причинения вреда отдельным отраслям экономики;
- насаждения на землях населенных пунктов;
- насаждения, используемые в защитных целях, за пределами лесного фонда;
- среда произрастания объектов растительного мира.

Объектами наблюдения являются произрастающие дикорастущие растения, образованные ими популяции и растительные сообщества всех видов растений и среда их произрастания, за исключением культивируемых сельскохозяйственных и декоративных растений и лесов.

Пунктами наблюдений являются постоянные пункты наблюдений, ключевые участки и мониторинговые маршруты, соответствующим образом оборудованные, задокументированные и обозначенные на местности. Совокупность пунктов наблюдений по каждому из направлений мониторинга растительного мира образует сеть мониторинга по данному направлению, а совокупность сетей всех направлений – сеть мониторинга растительного мира Республики Беларусь. Количество и местонахождение пунктов наблюдений определяются отдельно по каждому направлению мониторинга, исходя из целей, задач и потребностей в информации по соответствующему направлению мониторинга. На каждый пункт наблюдений составляется паспорт пункта наблюдений. Сеть пунктов наблюдений мониторинга растительного мира включает 920 пунктов (рисунок 11.1).

Наблюдения в рамках мониторинга растительного мира проводятся с периодичностью от 1 до 5 лет в зависимости от потребности, которая определяется состоянием наблюдаемого объекта, его важности и необходимости в оперативной информации. При необходимости периодичность наблюдений может изменяться в зависимости от состояния объекта мониторинга: сокращаться при ухудшении состояния и увеличиваться – при улучшении.



- – 112 пунктов наблюдений за луговой и лугово-болотной растительностью;
- – 98 пунктов наблюдений за водной растительностью;
- – 273 пункта наблюдений за охраняемыми видами растений и грибов (128 видов);
- – 36 пунктов наблюдений за ресурсообразующими видами растений и грибов;
- – 126 пунктов наблюдений за инвазивными видами растений (18 видов);
- – 188 пунктов наблюдений за защитными древесными насаждениями;
- – 87 пунктов наблюдений за зелеными насаждениями на землях населенных пунктов (5 городов).

Рисунок 11.1 – Сеть пунктов наблюдений мониторинга растительного мира

Работы по мониторингу растительного мира проводятся в Беларуси с 1998 г. Первые 5–7 лет были посвящены разработке концепции и системы мониторинга, методов, критериев оценки и показателей состояния растительного мира, информационного обеспечения, поиску и обоснованию источников финансирования. В этот период разработаны и приняты основные правовые акты, регулирующие порядок функционирования мониторинга растительного мира в составе НСМОС, создан ИАЦ мониторинга растительного мира. Для обеспечения сбора, обработки, анализа и представления данных разработаны порядок и механизмы информационного обмена между системой мониторинга растительного мира и всей системой НСМОС.

Практические работы по развертыванию сетей наблюдений и проведению полевых работ начались с 2000 г. Мониторинг растительности изначально включал систему наблюдений за состоянием лесной, водной, луговой растительности.

Впоследствии, по мере принятия ряда новых законов в сфере обращения с растительным и животным миром, особо охраняемыми природными территориями, новых Лесного, Земельного, Водного кодексов, уточнения и разделения функций органов государственного управления система мониторинга была оптимизирована и в ходе ряда реорганизаций приведена к ее современной структуре.

В результате, проведение мониторинга лесов возложено на Министерство лесного хозяйства, а с 2006 г. в систему наблюдений включены новые направления: наблюдения за охраняемыми видами растений и грибов, наблюдения за ресурсообразующими видами растений и грибов; с 2007 г. – наблюдения за защитными древесными насаждениями и зелеными насаждениями на землях населенных пунктов; с 2011 г. – наблюдения за инвазивными видами растений.

Проведение мониторинга растительного мира возложено на НАН Беларуси.

Наблюдения за луговой и лугово-болотной растительностью проводятся с 1998 г. Формирование сети завершено. Сеть состоит из: 112 ключевых участков и 530 постоянных пробных площадок.

С 1968 г. по 2020 г. общая площадь лугов уменьшилась на 28,6 %. Сократились площади всех категорий лугов – суходольных, низинных и пойменных (заливных) (рисунок 11.2).

Луга и открытые болота зарастают древесно-кустарниковой растительностью. За последние 10 лет ее площадь увеличилась на 39,8 %. Наибольшей площадью зарастания характеризуется Витебская область (рисунок 11.3).

Отмечен спад продуктивности ценных в кормовом отношении луговых сообществ в Гомельской (на 25,5 %) и Могилевской (на 33,1 %) областях, но за счет бурьянизации повысился этот показатель в Минской области (на 24,1 %).

Возрастает экспансия инвазивных видов. Наибольшая инвазионность растительного покрова лугов отмечена в Минской области.

Продолжается обеднение видового состава травостоев и ухудшение их биохимических показателей и кормовых достоинств. Преобладают травостой низкой (III класс) и средней (II класс) кормовой ценности. Нарастает угроза сохранению ряда редких и уникальных видов трав и хозяйственно ценных травяных сообществ.

На предстоящие 10–15 лет прогнозируется постепенное сокращение площадей кормовых угодий страны в результате выведения их из сельскохозяйственного оборота (прекращения сенокоса и выпаса скота) и зарастания древесно-кустарниковой растительностью. Прогнозируется их общее сокращение к 2025 г. на 9,8 %, а к 2035 г. – на 26,1 %. С учетом возрастающего внимания животноводов к поймам крупных рек (Днепра, Припяти, Сожа и др.), прогнозируется некоторое увеличение площадей пойменных (заливных) лугов. В общем плане на лугах, травяных болотах и пустошах продолжатся восстановительные сукцессии с участием крупнотравья и древесно-кустарниковой растительности. В основном за счет крупнотравья растет и продолжит повышаться продуктивность надземной фитомассы травяных сообществ. Одновременно будет снижаться кормовая ценность травостоев из-за выпадения из их состава низкорослых злаков и бобовых.

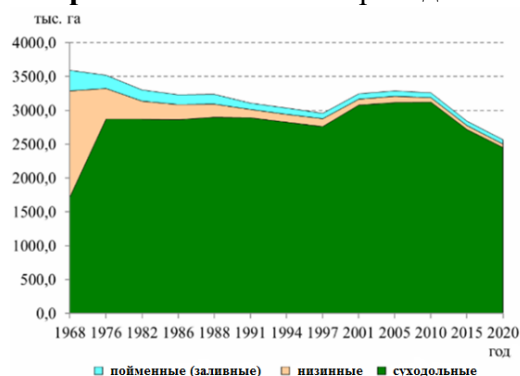


Рисунок 11.2 – Динамика луговых угодий Беларуси

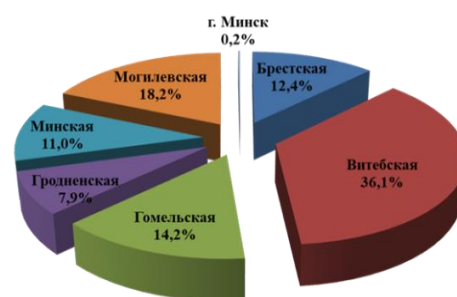


Рисунок 11.3 – Распределение площадей, занятых древесно-кустарниковой растительностью, по областям

Наблюдения за водной растительностью проводятся с 1998 г. Формирование сети завершено. Сеть состоит из 98 ключевых участков: 47 – на реках, 46 – на озерах, 5 – на водохранилищах.

Из 183 видов высших водных, прибрежно-водных и околородных растений, произрастающих в водоемах и водотоках Беларуси, 34 можно отнести к ресурсообразующим. Оценка запасов растительного сырья в водоемах республики позволяет оценить общие биологические запасы водной растительности в 110 тыс. т воздушно-сухого вещества (далее – ВСВ) (рисунок 11.4).

Определена степень загрязнения водной растительности тяжелыми металлами. Озерные макрофиты в среднем отличаются повышенным содержанием цинка, циркония и ванадия, речные – содержат больше титана, хрома, меди и никеля, а растения водохранилищ выделяются самыми низкими концентрациями всех элементов (рисунок 11.5).

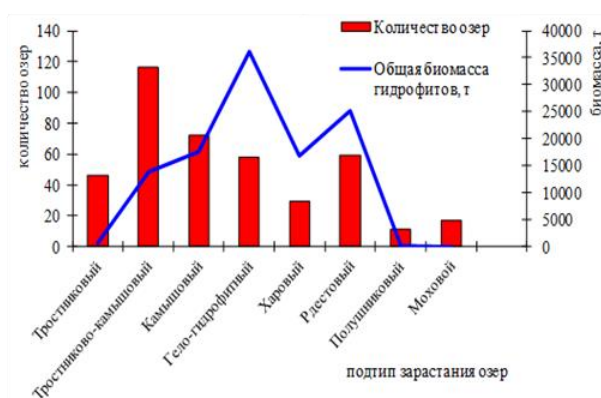


Рисунок 11.4 – Общая биомасса водной растительности в озерах разного типа зарастания (т ВСВ)

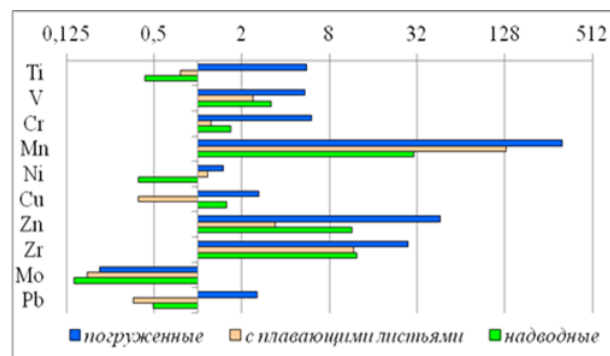


Рисунок 11.5 – Среднее содержание микроэлементов в растениях водоемов и водотоков Беларуси (мг/кг ВСВ)

Выявлены угрозы состоянию растительности водоемов и водотоков. Наиболее распространенными причинами антропогенных изменений растительного мира озер и рек Беларуси являются воздействие гидротехнического строительства, осушительной мелиорации, объектов промышленности и сельского хозяйства, стоки селитебных территорий, рекреация, изъятие ресурсов. К числу последствий антропогенного влияния относятся изменения в видовом составе и количественном развитии водной растительности: появление монодоминантных сообществ из толерантных к изменению условий среды видов растений, увеличение биомассы фитопланктона и низших водорослей, сокращение площади распространения и биомассы высших водных растений, видов индикаторов чистых вод, чувствительных к повышению концентрации биогенных элементов. Примеры зарастания рек, подвергающихся интенсивному поступлению загрязненного стока с водосбора, показаны на рисунках 11.6, 11.7.



Рисунок 11.6 – «Цветение» воды на ключевом участке Новополоцк, р. Западная Двина



Рисунок 11.7 – Массовое развитие ряски малой на ключевом участке Курьяны, р. Ушача

Наблюдения за охраняемыми видами растений и грибов проводятся с 2006 г. Сеть сформирована на 47 % от проектной мощности и состоит из 273 постоянных пунктов наблюдений для 128 видов охраняемых растений и грибов.

Число видов, включаемых в очередной список, подлежащих охране на территории Беларуси (как и в мировой практике), увеличилось (количество видов растений и грибов, включенных в издания Красной книги Беларуси: 1981 г. – 85, 1993 г. – 214, 2005 г. – 274, 2015 г. – 303).

При закладке пунктов наблюдений жизненное состояние большинства популяций охраняемых видов характеризовалось как «среднее» (50 % обследованных популяций) и «высокое» (24 %). У 18 % наблюдаемых популяций жизненное состояние – «низкое», а у 8 % – «критическое», из-за негативных воздействий антропогенного и природного характера имеет место угроза их утраты. По результатам повторных наблюдений было установлено, что большинство из них либо сохраняются в границах и состояниях, выявленных при первичных обследованиях, либо популяционные процессы характеризуются негативной динамикой. Значительное увеличение площади, занимаемой популяциями, или усиление их позиций в фитоценозах отмечены только в местонахождениях, где проведены специальные мероприятия по оптимизации среды их произрастания. На 8 % постоянных пунктов наблюдений растения охраняемых видов вообще не выявлены, причем 60 % из них утрачены в результате хозяйственного освоения территории или изменения характера землепользования.

Особую озабоченность вызывает состояние популяций ряда видов растений I категории охраны. Так, уже утрачены места произрастания 8 видов растений, что составляет 2,6 % от общего списка охраняемых видов. На грани исчезновения находятся популяции 13 видов сосудистых растений, что составляет 4 % от общего списка охраняемых видов. При закладке постоянных пунктов наблюдений лишь в 97 случаях (36 % от общего количества постоянных пунктов наблюдений) не выявлены негативные воздействия на состояние популяций и/или условия среды их произрастания. К основным негативным факторам по частоте встречаемости и степени воздействия относятся природные сукцессии, которые вызваны или усилены в последние десятилетия изменением режима землепользования и рекреационной деятельностью.

Поскольку большинство «краснокнижных» видов характеризуются слабой конкурентной устойчивостью, для их сохранения требуется не только обеспечение охраны мест произрастания, но и часто – активные прямые действия по поддержанию среды в соответствии с требованием видов к экологическим режимам и стратегией их поведения в природных экосистемах.

Наблюдения за ресурсообразующими видами растений и грибов проводятся с 2006 г. Сеть сформирована на 56 % от проектной мощности и состоит из: 36 постоянных пунктов наблюдений и 105 временных пунктов наблюдений.

Наиболее ценным ресурсообразующим видом ягодных растений в лесах Беларуси является *черника обыкновенная*. Ее среднемноголетние биологические запасы составляют почти 80 % от запасов всех ягодников подсемейства Брусничные (свыше 50 тыс. т). Объемы заготовок черники – 16–20 тыс. т/год, в неурожайные годы – менее 8 тыс. т. Наиболее крупные черничники находятся в Витебской, Минской и Брестской областях.

Основные заросли *брусники обыкновенной* сосредоточены в Витебской и Могилевской областях. Засуха, часто отмечаемая в последние годы на юге страны, отрицательно сказывается на развитии растений, сокращая проективное покрытие брусничников до 5–15 %.

Наиболее крупные массивы *клюквенников* находятся в Витебской, Минской и Брестской областях. В ряде мест, прежде всего на юго-востоке, проективное покрытие клюквенников снижается, а освободившиеся площади занимают голубика топяная и багульник болотный.

В природе *голубика топяная* редко формирует большие заросли, ее проективное покрытие обычно не превышает 10 %, в куртинах на площади до 0,5 га – 20–30 %. Голубика чаще всего встречается на севере – в Белорусском Поозерье. Урожайность ягодных растений сильно зависит от метеоусловий. Эксплуатационные ресурсы голубики топяной в целом по Беларуси составляют около 500 т.

К основным ресурсообразующим видам съедобных грибов в Беларуси относятся белый гриб, подберезовик, подосиновик, лисичка обыкновенная и опенок осенний. Наибольшие их запасы приходится на север страны – Витебскую область. Почти в 1,5 раза меньше их в Минской, Гродненской и Брестской, а также Гомельской областях. Наименьшие их запасы приходится на Могилевскую область.

Результаты мониторинга используются для оперативного прогноза урожайности ягодных растений и грибов с рекомендациями по установлению ограничений или запретов.

Наблюдения за инвазивными видами растений проводятся с 2011 г. Сеть сформирована на 30 % от проектной мощности и состоит из: 116 постоянных пунктов наблюдений и 10 мониторинговых маршрутов. Охвачено 18 инвазивных видов.

Продолжается расширение экспансии инвазивных видов, увеличивается количество их популяций и занимаемых площадей. Этот процесс, прежде всего, характерен для наиболее опасных инвазивных видов, хотя имеет видовые особенности, разные скорости и географическую специфику.

На рисунке 11.8 показаны основные центры концентрации инвазивных видов растений (наиболее значимые по площади).

Гигантские борщевики. На территории Беларуси выявлены около 5 тыс. мест произрастания общей площадью свыше 3 тыс. га. Их ареал охватывает прежде всего северную и центральную часть республики. После принятия и реализации мер по борьбе с ними в 2014 – 2016 гг. на землях, где мероприятия проводятся систематически и в полном объеме, наблюдалась тенденция сокращения площадей, занимаемых борщевиком на 10–20 %, а в отдельных местах на 50–70 % и более.

Золотарники (канадский и гигантский) занимают площадь более 4,7 тыс. га земель и зарегистрированы почти в 5,3 тыс. мест произрастания. Экспансия золотарника в Беларуси наиболее четко проявляется в центральной части страны.

Эхиноцистис лопастной выявлен почти в 1300 местах произрастания, где распространился на общей площади около 135 га. Наибольшее количество местонахождений зарегистрировано в Витебской области (24,3 % от их общего количества в республике), а максимальная площадь распространения (51,9 га, или 38,5 % от общей площади в республике) – в Гомельской области. Наблюдается расширение экспансии за счет новых молодых и более мелких популяций, число которых только за период 2014 – 2020 гг. возросло на 36,4 %, а их суммарная площадь – на 11,2 %.

Клен ясенелистный зарегистрирован на площади 342,5 га и представлен более чем 4,1 тыс. мест произрастания. Прежде всего, это касается восточных районов страны, пострадавших после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. В целом скорость его экспансии незначительна.

Робиния лжеакация. Центры распространения вида приходится на районы Полесья. На территории Гомельской области уже встречаются популяции, занимающие 6–9 га земель и более (до 20 га).

Зафиксировано начало активной фазы экспансии *амброзии полыннолистной* в Гомельской области. Впервые была отмечена на территории страны в 1973 г. К 2019 г. амброзия уже была зарегистрирована в 64 местах произрастания, из которых 34 выявлены в период 2016 – 2018 гг. в Гомельской области. В 2020 г. общее количество выявленных популяций составило 115.

Среди прочих инвазивных видов растений сеть мониторинга включает *недотрогу железистую*, *мелколепестничек канадский*, *элодею канадскую*, *череду облиственную*, *подсолнечник клубненосный* и др. Следует отметить существенное увеличение площади распространения недотроги железистой – в 2,3 раза за 2014 – 2020 гг.

Площадь и количество популяций инвазивных видов растений ежегодно увеличивается в среднем на 10–15 %, а по наиболее опасным – и до 25 % (в отличие от инвазивных растений другие объекты растительного мира изменяются ежегодно в среднем не более чем на 1–3 %).

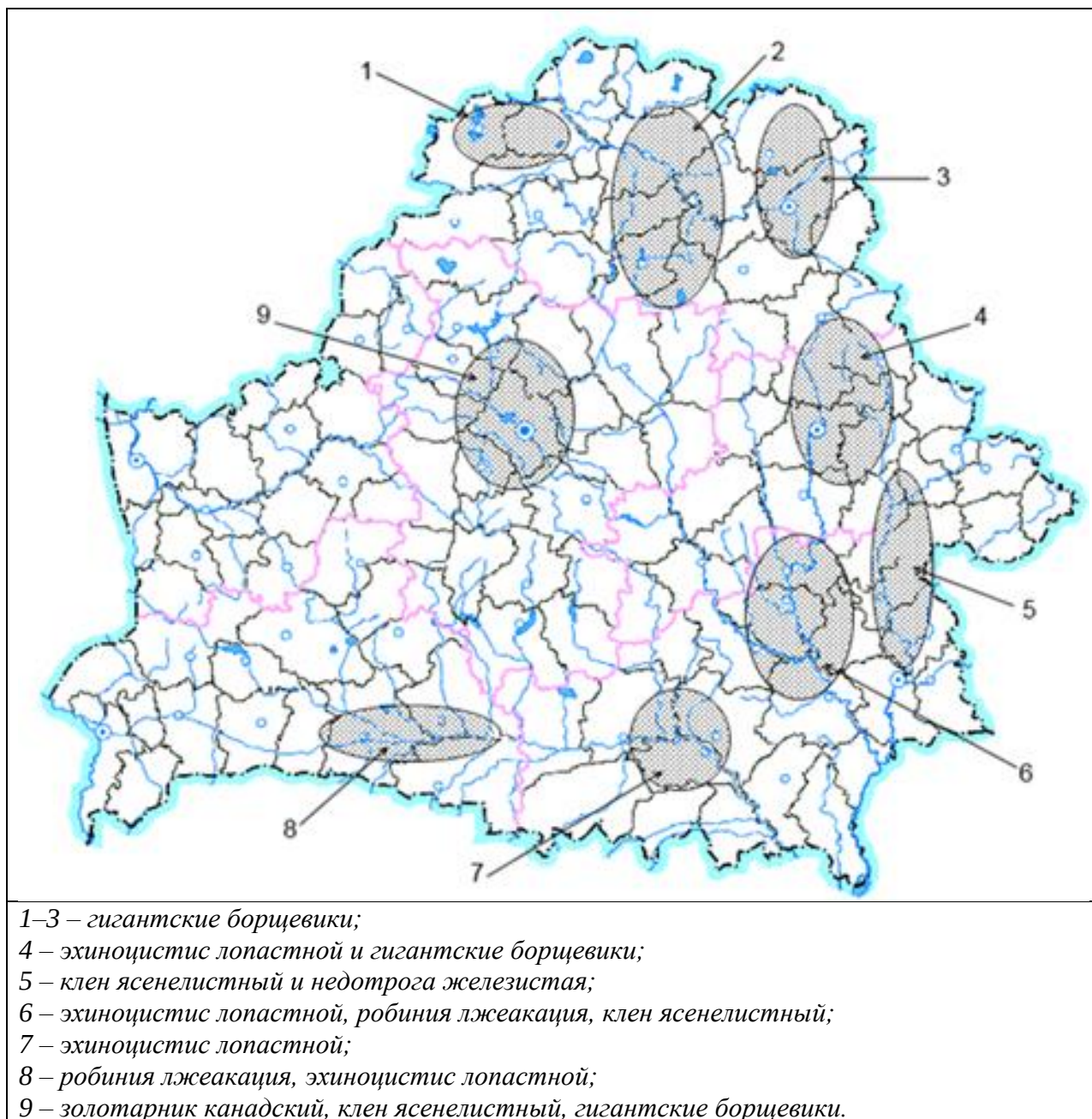


Рисунок 11.8 – Основные центры концентрации инвазивных видов растений

Наблюдения за защитными древесными насаждениями проводятся с 2007 г. Сеть сформирована на 43 % от проектной мощности и состоит из 188 ключевых участков.

Наблюдения за насаждениями вдоль автомобильных дорог проводятся на репрезентативных участках дорог различных категорий, отличающихся интенсивностью движения автотранспорта:

магистральных (категории М и М/Е): М1/Е30, М2, М3, М5/Е271, М6/Е28, М9 (МКАД), М14 (2-ая МКАД);

республиканских (категории Р): Р20, Р28, Р45, Р60, Р80;

местных (категории Н): Н3256, Н9352.

Общая протяженность – около 150 км.

Ежегодно обследуется состояние 37–40 тыс. опушечных деревьев 15–17 древесных пород. Состояние древостоев вдоль автомобильных дорог зависит от нагрузки на дорогу, в первую очередь, от ее пропускной способности, интенсивности движения транспортных средств и содержания в зимний период. Превышение предельных норм внесения противогололедных реагентов в зимний период в сочетании с другими негативными факторами, как связанными, так и не связанными с эксплуатацией дорог, неизбежно ведет к ослаблению и деградации придорожных экосистем. Наибольшее влияние на состояние древостоев автомобильные дороги оказывают в опушечной полосе, выступающей буфером по отношению к прилегающим территориям. Состояние древостоев улучшается с удалением от опушки вглубь лесного массива (рисунок 11.9).

Ухудшение жизненного состояния в последние годы связано с погодно-климатическими условиями зимне-весенних периодов. Поздняя и засушливая весна не способствовала смыву загрязняющих веществ и противогололедных реагентов с ветвей, побегов и хвои до начала вегетации, что привело к повреждению распускающихся почек, а в целом сказалось на состоянии произрастающих у дорог деревьев. В будущем следует ожидать дальнейшего ухудшения их состояния, поскольку количество выбросов от передвижных источников загрязнения и количество вносимых противогололедных реагентов продолжает увеличиваться: нарастает риск проявления эффекта накопления.

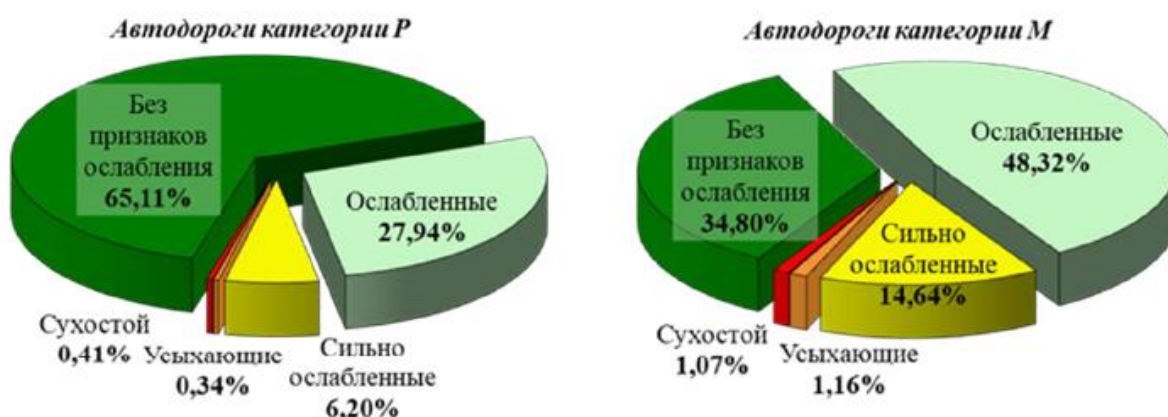


Рисунок 11.9 – Распределение деревьев на опушках, прилегающих к автодорогам категории «Р» и «М», по категориям жизненного состояния в 2016 – 2020 гг.

Мониторинг ползащитных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения (в 14 административных районах). Ежегодно обследуется состояние 2–2,5 тыс. деревьев. Для обследованных насаждений дается оценка соответствия функциональному назначению. Повторные обследования ползащитных древесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения свидетельствуют о наличии общей тенденции на ухудшение состояния ползащитных полос с увеличением возраста, ведущего к снижению их защитных свойств. Значительная часть ползащитных насаждений требует проведения мероприятий по их реконструкции, замене и уходу. Для части насаждений с целью повышения выполняемых ими защитных функций назначены рубки ухода и необходимые лесовосстановительные мероприятия.

Наблюдения за зелеными насаждениями на землях населенных пунктов проводятся с 2007 г. Сеть сформирована на 35 % от проектной мощности и состоит из: 87 ключевых участков в 5 городах: Минск, Гродно, Могилев, Брест, Борисов.

Состояние насаждений в населенных пунктах можно признать удовлетворительным, древостои выполняют целевые функции в условиях городской среды. Это во многом определяется своевременным уходом за ними (удалением усыхающих и сухостойных деревьев, обрезкой сухих ветвей, обновлением насаждений), в результате чего жизненное состояние сохраняется относительно высоким. Состояние древостоев на отдельных пунктах наблюдений значительно варьирует и зависит от функциональной категории (назначения) насаждения. В наибольшей степени деревья повреждены вдоль дорог и на бульварах, где эффект влияния городской среды усугубляется последствиями автодорожного и рекреационного воздействия, как прямого – загрязнители, поступающие с выхлопными газами автомобилей, так и косвенного, связанного с технологией содержания дорог (в особенности в зимний период), изоляцией участков для произрастания деревьев, уплотнением почвы, механическими повреждениями стволов при уходе за газонами и т.д.

Фитосанитарное состояние деревьев зависит в первую очередь от породного состава и категории насаждений. Комплекс листогрызущих насекомых более развит в скверах, здесь более 40 % деревьев имеют следы жизнедеятельности энтомовредителей. Меньшая степень развития комплекса повреждающих листву насекомых в придорожных насаждениях объясняется фактором неблагоприятной экологической обстановки, связанной с загрязнением воздушной среды автотранспортом. В придорожных насаждениях преобладают насекомые-вредители, причиняющие повреждения минирующего характера (каштановая минирующая моль и липовый минирующий пилильщик). Комплекс насекомых-галообразователей развит слабо. Тля и паутинный клещик (группа сосущих насекомых-вредителей листвы) чаще встречаются в придорожных насаждениях и скверах.

В последние десятилетия в городах Беларуси при уходе за деревьями широко применяется топпинг – радикальная обрезка кроны (рисунок 11.10), что снижает их средостабилизирующее значение до 5 лет, способствует ряду заболеваний и часто является причиной гибели. Радикальная обрезка крон нецелесообразна и недопустима (за исключением возможных аварийных ситуаций, связанных с состоянием дерева).



Рисунок 11.10 – Примеры ненадлежащего ухода за деревьями и насаждениями в населенных пунктах

Среди перспектив развития мониторинга растительного мира можно выделить:

- завершение формирования сетей наблюдений по всем направлениям мониторинга растительного мира;
- развитие методов прогнозирования на основе данных мониторинга;

- организация более тесного взаимодействия с потребителями полученной по результатам мониторинга информации;
- вовлечение в международный информационный обмен и гармонизация направлений и методик мониторинга растительного мира с применяемыми в других странах;
- расширение технических возможностей и привлечение современных полевых методик с использованием приборов и оборудования нового поколения для оценки состояния растений;
- интеграция дистанционных методов оценки объектов растительного мира, основанных на использовании космических снимков высокого разрешения и материалов с беспилотных летательных аппаратов.

12. Комплексный мониторинг экосистем на особо охраняемых природных территориях

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 15 ноября 2018 г. № 150-З «Об особо охраняемых природных территориях» (далее – Закон) на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ) проводится комплексный мониторинг экосистем на особо охраняемых природных территориях (далее – комплексный мониторинг экосистем на ООПТ). Проводится с 2006 г., как один из видов НСМОС – с 2016 г.

Комплексный мониторинг экосистем на ООПТ представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием экосистем на ООПТ, проводимых в целях оценки их состояния и эффективности режима охраны и использования ООПТ, прогноза изменения состояния экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов (пункт 2 статьи 36 Закона). Целью его является информационное обеспечение принятия управленческих, проектных и технологических решений в области экологической безопасности, охраны, устойчивого целевого использования ресурсов ООПТ, сохранения биологического и ландшафтного разнообразия на основе оценки состояния экосистем, их динамики и прогноза развития.

Проведение комплексного мониторинга экосистем на ООПТ осуществляется научными организациями, подчиненными НАН Беларуси, совместно с государственным природоохранным учреждением, а в случае, когда оно не создано, с управляющим органом. Комплексный мониторинг экосистем на ООПТ в странах Европы и в России не проводится, а в Беларуси он налажен на национальном уровне. Только в Беларуси данные исследования интегрированы в единую государственную программу и носят системный, регулярный характер, что высоко оценивается исследователями разных стран.

Инструкция и методика проведения комплексного мониторинга экосистем на ООПТ в составе НСМОС утверждены постановлением Бюро Президиума Национальной академии наук Беларуси от 4 декабря 2020 г. № 547. Методика проведения комплексного мониторинга экосистем на ООПТ в части выявления угроз для функционирования экосистем и сохранения биоразнообразия, оценки степени их проявления содержит дистанционные методы, основанные на использовании космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения, а также технологий, основанных на применении беспилотных летательных аппаратов. Наличие отдельных угрожающих факторов негативного воздействия на экосистемы и биоразнообразие на ООПТ, масштабы их проявления может быть установлено на стадии камеральных работ (до начала полевого сезона) с применением средств дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий. На основе этих данных целесообразно формировать мониторинговые маршруты.

Объектами комплексного мониторинга экосистем на ООПТ являются:

1. ООПТ в целом: как объект управления и использования (расчет территориальных балансов ООПТ по категориям и видам земель, хозяйственному использованию), как природный комплекс и объект охраны (расчет территориальных балансов ООПТ по категориям экосистем, наличие редких биотопов, мест произрастания/обитания охраняемых видов растений/животных);

2. Отдельные категории экосистем в границах ООПТ (оценка состояния и динамики развития, основанная на биоиндикационных, биогеохимических, ландшафтных, гидрологических и других экологических показателях), отдельные, наиболее важные с точки зрения охраны, объекты растительного и животного мира (наблюдения за популяциями).

В целях организации комплексного мониторинга экосистем на ООПТ в зависимости от доминирующих типов растительности определяются следующие категории экосистем:

лесные экосистемы, выделяемые по наличию лесной растительности как естественного, так и культурного происхождения, на покрытых и непокрытых лесом землях;

кустарниковые экосистемы, выделяемые по наличию кустарниковой растительности;

луговые экосистемы, выделяемые по наличию травянистой многолетней растительности естественного происхождения в суходольных или материковых, низинных и пойменных условиях;

болотные экосистемы, выделяемые по наличию гидрофитной растительности. (представлены на травяных болотах с доминированием травянистой гидрофитной растительности и моховых болотах с доминированием сфагновых мхов);

водные экосистемы, выделяемые на землях под водными объектами, такими как водоемы (озера, пруды, водохранилища) и водотоки (реки, ручьи, родники, каналы, канавы).

В отношении экосистем антропогенного происхождения (пустошных, сегетальных, селитебных и прочих, объединяющих трансформированные в результате хозяйственной деятельности участки с объектами и сооружениями специального назначения (дорогами, линиями электропередачи, газопроводов и другими)), на которых установлен особый режим хозяйствования, наблюдения не проводятся. Их наличие учитывается при анализе структуры земельного фонда и экосистем ООПТ в целом, а также при оценке возможности возникновения угроз состоянию экосистем.

Наблюдения в рамках комплексного мониторинга экосистем на ООПТ проводятся со следующей периодичностью:

структуры земельного фонда и экосистем ООПТ – каждые 5 или 10 лет;

состояния лесных, водных, болотных, луговых экосистем – полномасштабная оценка – раз в 5 лет, для отдельных объектов или показателей – раз в 1-3 года;

угроз экосистемам на мониторинговых маршрутах – в зависимости от степени проявления угроз 1 раз в 2-5 лет.

При каждом цикле наблюдений проводится оценка состояния естественных (лесных, болотных, луговых, водных) экосистем, отдельных объектов растительного и животного мира (популяций видов, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь). Выявляются факторы, представляющие угрозы для функционирования экосистем заказников и сохранения биоразнообразия, дается оценка степени их проявления.

Перечень угроз для экосистем ООПТ включает в себя: лесные пожары, сельхозпалы, рекреацию, рубки леса, побочное пользование, потраву (перевыпас), размножение фитофагов, болезни, подтопление/затопление, загрязнение техногенное, загрязнение биологическое, замусоренность, гидромелиорацию, нарушение почвы (техногенное, зоогенное), воздействие заморозков, засухи, нецелевое использование земель, изменение землепользования и другие. При обнаружении какой-либо угрозы дается ее описание и указывается степень проявления.

Оценка состояния экосистем в рамках комплексного мониторинга экосистем на ООПТ осуществляется на сети пунктов наблюдений, которые объединяют постоянные пункты наблюдения, ключевые участки, точки мониторинга, площадки мониторинга, мониторинговые маршруты. Типы пунктов наблюдений: *постоянный пункт наблюдений* – пункт наблюдений площадного типа фиксированного размера и формы, закрепленный в натуре; *ключевой участок* – пункт наблюдений линейного типа нефиксированной протяженности, закрепленный в натуре; *мониторинговый маршрут* – пеший или водный маршрут нефиксированной протяженности. Количество пунктов наблюдения, протяженность мониторинговых маршрутов и их размещение должны обеспечивать

достаточность и объективность получаемой информации для оценки состояния экосистем ООПТ.

В республике созданы локальные сети пунктов наблюдения комплексного мониторинга экосистем на ООПТ на территории Березинского биосферного заповедника, 4 Национальных парках и 30 заказников республиканского значения, которые в совокупности насчитывают 1250 пунктов наблюдений.

В 2006 – 2015 гг. созданы локальные сети комплексного мониторинга экосистем на ООПТ на территории Березинского биосферного заповедника, Национальных парков «Беловежская пуща», «Браславские озера», «Нарочанский» и «Припятский»; в заказниках «Волмянский», «Выгонощанское», «Днепро-Сожский», «Долгое», «Ельня», «Замковый лес», «Званец», «Корытенский Мох», «Котра», «Красный Бор», «Кривое», «Лебяжий», «Липичанская пуща», «Лунинский», «Медухово», «Мозырские овраги», «Озёры», «Освейский», «Пекалинский», «Прибужское Полесье», «Прилуцкий», «Простырь», «Ружанская пуща», «Селява», «Синьша», «Смычок», «Сорочанские озёра», «Споровский», «Средняя Припять», «Стиклемо» (рисунок 12.1). С 2016 по 2020 гг. проведены повторные наблюдения в 21 заказнике республиканского значения (676 пунктов). Повторные наблюдения на территории Березинского биосферного заповедника и национальных парков не проводились.

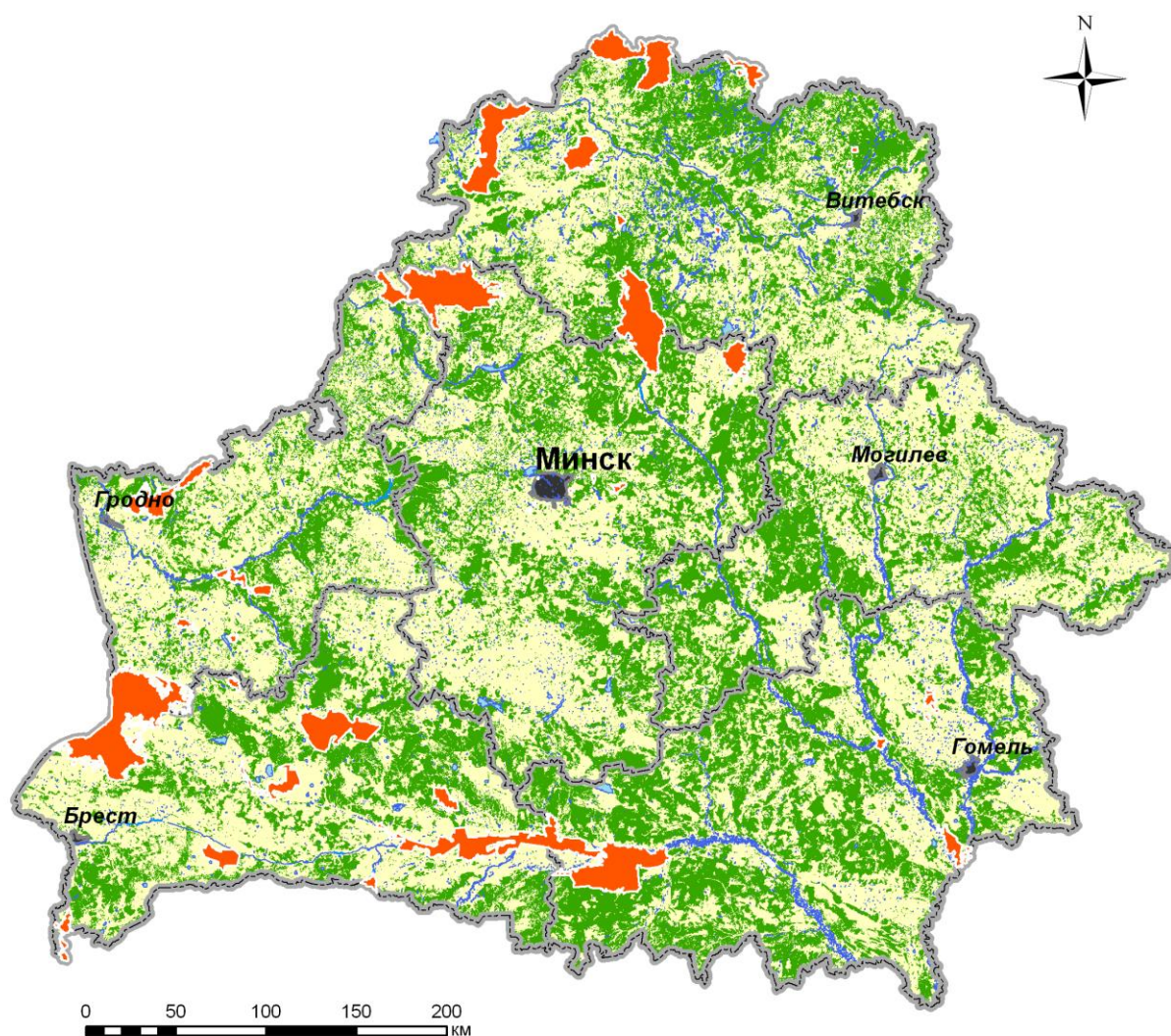


Рисунок 12.1 – Локальные сети пунктов наблюдения комплексного мониторинга экосистем на ООПТ в Республике Беларусь

Итогом функционирования и развития комплексного мониторинга экосистем на ООПТ является обеспечение информационных потребностей различных целевых групп (органы государственного управления, государственные природоохранные учреждения, общественность), в т.ч. своевременное выявление негативных тенденций изменения состояния экосистем и биоразнообразия для разработки и обоснования комплекса мероприятий по снижению антропогенного воздействия, предотвращению расширения зон экологического риска на ООПТ. Важнейшими задачами, которые должны быть решены, являются не только сохранение, но установление и улучшение условий для устойчивого функционирования природных экосистем ООПТ, разработка комплекса мер по рациональному ведению хозяйственной деятельности.

Реализация результатов осуществляется через природоохранные учреждения на ООПТ, заинтересованные министерства и ведомства на основании передаваемых им материалов и рекомендаций. При этом результаты работ могут быть использованы для принятия проектных и директивных решений по восстановлению, оптимизации, охране и рациональному использованию ресурсов ООПТ; оперативного информирования органов исполнительной власти, хозяйственных, общественных и других органов, населения о состоянии экосистем ООПТ. В основе корректировки и разработки планов управления ООПТ положены результаты мониторинга. Полученные результаты используются при подготовке Национального доклада по биологическому разнообразию, государственного доклада «Состояние окружающей среды Республики Беларусь» и ежегодных изданий Минприроды и НАН Беларуси: ежегодный научный обзор «Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений», «Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень». Результаты комплексного мониторинга экосистем на ООПТ за период 2016 – 2022 гг. внедрены в государственные природоохранные учреждения, осуществляющие управление заказниками, и государственные лесохозяйственные учреждения, на землях которых расположены ООПТ, что подтверждено 24 актами внедрения.

Заказник «Выгонощанское» (циклы наблюдений 2010, 2014 и 2019 гг.). По сравнению с предыдущими циклами наблюдений (2010 и 2014 гг.) состояние лесных экосистем заказника «Выгонощанское» ухудшилось, хотя в целом остается удовлетворительным. Ухудшение проявилось в снижении индекса жизненного состояния древостоев (на 4,2 % по сравнению с 2014 г. и на 8,6 % по сравнению с 2010 г.), повышении степени дефолиации деревьев (средняя дефолиация в 2019 г. – 14,0 %; в 2015 г. – 12,1 %; 2010 г. – 10,2 %), уменьшении доли деревьев «без признаков ослабления» (на 6,6 % по сравнению с 2014 г. и на 14,8 % – с 2010 г.), увеличении доли ослабленных (на 4,7 % и 8,2 %, соответственно), сильно ослабленных (на 1,5 % и 3,6 %), усыхающих (на 0,9 %) и сухостойных (на 1,2 %). Ухудшение состояния древостоев связано с усыханием насаждений по периметру оз. Выгонощанское, обусловленным искусственным превышением (начиная с 2007 г.) уровня воды в озере над максимальной отметкой на 20 см и более. Изменения во флористическом составе и иные признаки свидетельствуют о преобразования болотных фитоценозов. Однако, учитывая слабую степень их преобразования остается вероятность возвращения лесных болот к исходному состоянию. Существенные изменения в характере и степени зарастания оз. Выгонощанское произошли между 2005 и 2010 гг. В этот период началась реконструкция участков Огинского канала, примыкающих к озеру, строительство и обустройство рекреационных объектов на южном берегу озера, зарыбление растительоядными рыбами (белым амуром и толстолобиком). В 2010 и 2014 гг. отмечены изменения видового состава растительности, сокращения площади зарастания озера. За последние 5 лет отмечается стабилизация экосистем оз. Выгонощанское и оз. Бобровицкое. Поэтому в ближайшее время (при условии сохранения уровня

антропогенной нагрузки) не следует ожидать существенных изменений в видовом составе, в развитии водной растительности, в характере и степени зарастания озер ООПТ.

Заказник «Днепро-Сожский» (циклы наблюдений 2010, 2015 и 2020 гг.). Состояние лесных экосистем остается удовлетворительным. В среднем индекс жизненного состояния древостоев составил 88,5 % – лесные насаждения в среднем «здоровые с признаками ослабления» (для сравнения в 2015 г. – 88,8 %; в 2010 г. – 88,5 %). Отмечены некоторые вариации в распределениях обследованных деревьев по категориям жизненного состояния и классам повреждения. Преобладают «здоровые» древостои, по всему спектру пород доминируют деревья без признаков ослабления – 72,8 % (в 2015 г. – 71,4 %; в 2010 г. – 72,8 %). По степени дефолиации 72,8 % всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения, что всего на 0,8 % выше чем в 2015 г. и на 5,9 % выше, чем было в 2010 г. В совокупности средняя дефолиация живых деревьев составляет 11,8 %. Наблюдения за фауной лесных экосистем показали, что за прошедшие годы каких-либо значительных изменений в лесных экосистемах не произошло. Результаты оценки состояния луговых экосистем свидетельствуют о том, что произошли фитоценотические и территориальные изменения распространения лугово-болотных фитоценозов, что связано с сукцессионными процессами и отсутствием регулярной хозяйственной деятельности человека, пастбищно-сенокосного режима. Существование некоторых из луговых фитоценозов в настоящее время возможно лишь благодаря незначительной рекреации. Оценка водных экосистем свидетельствуют, что степень зарастания р. Днепр и р. Сож, старичных озер изменилась, отмечена структурная перестройка фитоценозов, увеличение площади распространения отдельных групп макрофитов (растений с плавающими листьями и погруженных растений). Данные изменения связаны с гидрологическим режимом. Результаты наблюдений за охраняемыми видами растений Красной книги показали ухудшение жизнеспособности 3-х популяций из 6, выражающихся в сокращении показателей, характеризующих их устойчивость. Основной причиной являются неблагоприятные условия двух последних лет, приведших к изменению гидрологического режима мест произрастания (особенно популяций, приуроченных к поймам рек).

Заказник «Долгое» (циклы наблюдений 2006, 2011, 2016, 2021 гг.). По сравнению с 2006 г. состояние лесных экосистем улучшилось, хотя за последние 10 лет существенных изменений не наблюдалось. Древостои из категории «ослабленных» (средний индекс жизненного состояния – 77,3 %) перешли в категорию «здоровых с признаками ослабления» (в 2011, 2016, 2021 гг. индекс жизненного состояния составлял 89,2–89,8 %), увеличилась доля деревьев без признаков ослабления (на 20,7–23,2 %) и количество неповрежденных деревьев (почти в 3 раза). В общем плане для растительного компонента луговых экосистем характерна динамичность в сторону восстановления естественности сообществ, а для прибрежно-водных и низинноболотных – временная стабильность, обусловленная аллювиальным режимом и постоянным обводнением. Главными регуляторами сукцессий в луговых сообществах служат сенокосение и сенокосно-пастбищный режим, а также природные флуктуации. Основные угрозы остаются прежними – это поступление биогенных и загрязняющих веществ, источниками которых служат сельскохозяйственные угодья, селитебные территории, особенно расположенные в пределах охранной зоны, что способствует ускорению процессов естественного эвтрофирования водоема, а также загрязнению его вод. Основными угрозами для природных комплексов заказника является антропогенное воздействие (рекреация) и биологическое загрязнение (увеличение численности баклана большого (отмечено около 50 особей) и его гнездование в прибрежных лесах).

Заказник «Ельня» (циклы наблюдений 2006, 2011, 2016, 2021 гг.). Состояние лесных насаждений заказника «Ельня» остается стабильным. Также как и 15 лет назад в совокупности по всем пунктам наблюдения лесные насаждения характеризовались как «здоровые с признаками ослабления» (в 2006 г. индекс жизненного состояния – 80,2 %;

в 2011 г. – 84,1 %; в 2016 г. – 82,4 %; в 2021 г. – 89,2 %). Произошли некоторые изменения в структуре доминирования напочвенных жесткокрылых в сторону увеличения доли видов, предпочитающих увлажненные условия обитания. В орнитофауне каких-либо значительных изменений за последние 10 лет не наблюдалось. В болотных экосистемах основные направления динамики связаны с зарастанием древесно-кустарниковой растительностью, а также послепожарной дигрессией.

За текущий период обследования нельзя не отметить хорошо выраженную тенденцию сокращения обилия (проективное покрытие, встречаемость) видов-индикаторов нарушенных болот. О процессах восстановления природной растительности сигнализирует положительная динамика показателей сфагновых мхов. Сравнительный анализ результатов наблюдений с 2011 по 2021 гг. на оз. Ельня и оз. Черное показывает, что характер и степень зарастания водоемов не изменились. Отмечается стабильность в развитии макрофитов.

Основные угрозы для биологического разнообразия и экосистем ООПТ: для болотного массива крупномасштабной угрозой остаются пожары; болотный массив и прилегающие территории активно используются населением для побочного пользования (сбор ягод, грибов, лекарственного сырья, охота и рыбная ловля); нарушение естественного гидрологического режима вследствие нарушения естественного стока поверхностных вод в результате функционирования мелиоративных комплексов; подтопление, и как результат усыхание древостоя, происходит по причине жизнедеятельности бобра; биологическое загрязнение в результате произрастания инвазивного вида флоры – борщевика Сосновского.

Заказник «Званец» (циклы наблюдений 2006, 2011 и 2016 гг.). Анализ показателей лесных экосистем заказника свидетельствует об улучшении состояния сохранившейся части древесного яруса по сравнению с предыдущими циклами исследований. Проведение в 2009 г. работ по ренатурализации болотных экосистем заказника привело к утрате 3 постоянных пунктов наблюдений (в результате изменения уровня грунтовых вод) и улучшению состояния на оставшихся постоянных пунктах наблюдений. В среднем для всего заказника индекс жизненного состояния обследованных в 2016 г. древостоев составляет 83,0 % – древостои «здоровые с признаками ослабления». В предыдущие циклы лесные насаждения оценивались как «ослабленные» (индекс жизненного состояния в 2006 г. – 79,8 %; в 2011 г. – 77,4 %). Общее состояние водных экосистем можно признать удовлетворительным, произошедшие изменения объясняются естественными природными причинами.

В лугово-болотных экосистемах заказника существенно изменился флористический состав, обилие (покрытие) видов в травостоях, жизненность видов в результате повышения уровня обводненности, а также сократилась площадь травяных сообществ вследствие снятия или ограничения сенокосного режима и их зарастания древесно-кустарниковой растительностью. Имеет место нарастающая экспансия тростника, распространению которого способствовало искусственное поднятие воды в каналах. Однако его разрастание, как и кустарников, негативно отражается на популяции вертлявой камышовки.

Следует отметить, что в 2015 – 2016 гг. на ряде участков обилие (покрытие) осоки высокой возросло, повысилось ее жизненное состояние в результате скашивания травостоя и механического уничтожения кустарников. Наиболее значимой угрозой для низинного болота является изменение гидрологического режима, влекущее за собой изменение всех экосистем заказника «Званец». Продолжается зарастание тростником и кустарниками открытых участков низинного болота, вследствие чего меняется видовой состав животного мира этих биотопов. Постепенно доля характерных для низинных болот видов уменьшается, и они сменяются лесными видами. Однако, благодаря мероприятиям, предусмотренным планом управления заказника (вырубка древесно-кустарниковой

растительности, кошение травостоя, регулирование уровня грунтовых вод, управляемое выжигание растительности), эта тенденция несколько замедлилась.

Заказник «Корытенский мох» (циклы наблюдений 2014 и 2019 гг.). Состояние лесных экосистем заказника «Корытенский мох» оценивается как хорошее. За последние 5 лет средний индекс жизненного состояния древостоев чуть снизился (84,8 % в 2019 г. и 85,3 % в 2014 г.) и они оцениваются как «здоровые с признаками ослабления». По всему спектру пород доминировали деревья без признаков ослабления – 63,9 % (для сравнения в 2014 г. – 67,7 %). По уровню дефолиации 65,0 % оцененных деревьев не имеют признаков повреждения (в 2014 г. – 71,4 %); средняя дефолиация составляет 13,1 % (в 2014 г. – 9,8 %). Некоторое ухудшение состояния древостоев связано с засушливыми периодами начала вегетации последних 3-х лет. Болотная растительность заказника находится в естественном сукцессионном процессе развития в соответствии с наличием генофонда, сложившимися почвенно-гидрологическими условиями и минимальным антропогенным воздействием. Оз. Чистик, крупнейший водоем заказника, характеризуется полным отсутствием высшей водной растительности. Отсутствие макрофитов обусловлено особенностями водоема: низкой прозрачностью и высокой цветностью воды, её значительной кислотностью и низким содержанием минеральных солей.

Заказник «Котра» (циклы наблюдений 2006, 2011, 2016 гг.). За 10 лет состояние лесных экосистем значительно улучшилось. В совокупности древостои из категории «ослабленных» (средний индекс жизненного состояния в 2006 г. – 75,1 %) перешли в категорию «здоровых с признаками ослабления» (индекс жизненного состояния в 2012 г. – 82,3 %; в 2017 г. – 84,6 %), средняя дефолиация уменьшилась с 14,2 % (в 2006 г.) до 11,7 % (в 2012 г.) и до 10,7 % (в 2017 г.). В лесах ООПТ преобладают «здоровые с признаками ослабления» древостои, на долю которых приходится две трети обследованных насаждений (66,7 %). В 2016 г. по степени дефолиации 73,1 % оцененных деревьев не имели признаков повреждения. Повторные наблюдения за индикаторными группами почвенных беспозвоночных в лесах показали незначительные перестройки в структуре доминирования и видовом составе сообщества жужелиц. Эти изменения связаны с годовой динамикой видов, поэтому можно утверждать, что состояние лесных экосистем стабильно. Для экосистем лугов и болот ООПТ основные направления динамики связаны с их зарастанием древесно-кустарниковой растительностью. Особенно активно эти процессы выражены на менее обводненных участках поймы и долины р. Котра, а также на лесных опушках и полянах, где прекратилось их традиционное использование – сенокосение и выпас домашнего скота. За 10 лет наблюдений общее проективное покрытие древесно-кустарниковой растительности на первоначально открытых территориях увеличилось: на различных участках от 2,0 до 25,0 %. На фоне отсутствия антропогенного воздействия на всех участках лугов и болот происходят изменения видового состава фитоценозов и жизненного состояния растений. Анализ динамики флоры заказника позволил выявить тенденцию к повышению показателя её естественности и падения уровня синантропизации, что связано в первую очередь с почти полным вымиранием хуторских хозяйств. В то же время, современное состояние флоры территории связано с высокой степенью освоенности этой территории в прошлом. Использование территории как места сбора грибов и ягод практически не наносит ущерба и не приводит к повышению показателей уровня синантропизации. Оборудование же стационарных мест отдыха (беседок, кострищ и т.п.) вообще снимет эту проблему.

Заказник «Красный бор» (циклы наблюдений 2008, 2013, 2018 гг.). За истекший период состояние лесных экосистем ухудшилось (индекс жизненного состояния составляет 79,9 % – лесные насаждения «ослабленные», для сравнения в 2013 г. – 85,2 %, в 2008 г. – 86,2 %). Преобладают «здоровые с признаками ослабления» древостои, на долю которых приходится 62,5 % (5 лет назад количество древостоев данной категории составляло 50,0 %).

Доля «здоровых» древостоев составила 6,3 % (в 2013 г. их было 31,3 %, в 2008 г. – 25,0 %). Количество «ослабленных» древостоев увеличилось до 18,8 % (в 2008 и 2013 гг. – 12,5 %). На двух постоянных пунктах наблюдений (12,5 %) древостои были отнесены к «поврежденным». Один из «поврежденных» древостоев – насаждение спелого сосняка бруснично-мшистого, где на площади постоянного пункта наблюдений было отмечено 14 сухостойных деревьев. Еще один «поврежденный» древостой – средневозрастный сосняк мшистый после ветровала 2017 г., где почти половина учетных деревьев (22 дерева) повреждены ветром. Растительность луговых, прибрежно-водных и болотных экосистем заказника очень пестрая и находится большей частью в естественном демутационном процессе (восстановления). В отсутствие сенокосения и выпаса животных травяные сообщества стремительно замещаются древесно-кустарниковой растительностью, часто проходя стадию рудерализации. Особенно активно вытесняются они деревьями и кустарниками на менее обводненных участках поймы и долины р. Свольна, а также на лесных опушках и полянах. По краям вблизи лесных массивов нередко формируются рудеральные сообщества.

Критической остается угроза исчезновения редких и хозяйственно ценных сообществ. Особую тревогу вызывают водные экосистемы некоторых водоемов ООПТ. За последние 5–10 лет произошла существенная трансформация экосистемы оз. Белое (Доброплесы): естественный ход эволюции озера оказался прерван. Из мезотрофного водоема озеро перешло в эвтрофный. Причина – антропогенный фактор. На западном берегу расположен туристический комплекс ООО «Интерсервис» (арендатор озера). Нежелательным является вселение в водоемы ООПТ карпа и его интенсивная подкормка, как фактор конкуренции с аборигенными растительноядными рыбами. Опасение вызывает другое оз. Белое (Юхновичское), которое, как наиболее чистое озеро, является наиболее посещаемым в летнее время: все берега заняты слабо оборудованными или необорудованными стоянками неорганизованных отдыхающих.

Заказник «Липичанская пуца» (циклы наблюдений 2007, 2012, 2017, 2022 гг.). Состояние лесных экосистем в части растительного мира можно оценить, как стабильное с положительной динамикой. За последние 15 лет (4 цикла наблюдений) состояние лесных экосистем заказника почти не изменилось. В совокупности в среднем индекс жизненного состояния древостоев составил 88,46 % – в 2022 г., 86,78 % – в 2017 г., 84,6 % – в 2012 г., 87,1 % – в 2007 г. Вместе с тем наблюдается перестройка насаждений по категориям состояния древостоев. По степени дефолиации 69,72 % всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения. Продолжалась тенденция снижения средней дефолиации деревьев, которая в 2022 г. составила 10,3 %. Результаты мониторинга луговых экосистем свидетельствуют о тенденции сокращения занимаемых травяными сообществами площадей вследствие снятия или ограничения сенокосно-пастбищного режима и зарастания древесно-кустарниковой растительностью, некоторых изменениях в видовом составе и общем снижении кормовой ценности на фоне повышения продуктивности травостоев вследствие бурьянизации (разрастания крупнотравья), а также критической локализации редких и хозяйственно ценных сообществ. Результаты мониторинга водных экосистем свидетельствуют о стабильности и отсутствии существенных изменений в их состоянии. В характере и структуре зарастания высшей водной растительностью р. Неман и р. Щара за период наблюдений (2007 – 2022 гг.) не произошло существенных изменений. Важнейшей проблемой для природных комплексов «Липичанской пуцы» в последнее время становится возрастающее антропогенное пользование ресурсами заказника, особенно рекреационное. Лесные, луговые и водные экосистемы междуречья обладают выдающимися рекреационными свойствами и не закрыты для посещения населением, поведение которого в большинстве случаев экологически неэтично.

Заказник «Лунинский» (циклы наблюдений 2006, 2011, 2016 гг.). За 5 и 10 лет после предыдущих наблюдений за лесными экосистемами, установлено, что их состояние улучшилось. В лесах ООПТ преобладают «здоровые» древостои, на долю которых

приходится 70,8 % обследованных насаждений. 5 лет назад доля древостоев этой категории составляла 52,0 %, а 10 лет назад – всего 36,0 %. Как и в предыдущие циклы наблюдений по всему спектру пород доминировали деревья без признаков ослабления – 78,2 % (72,9 % в 2011 г. и 64,8 % в 2006 г.). По степени дефолиации 73,8 % всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения (дефолиация 0–10 %), что на 5,0 % больше, чем в 2011 г. и на 18,8 % больше, чем в 2006 г. В среднем для заказника индекс жизненного состояния древостоев составил 91,8 % (в 2011 г. – 89,9 %; в 2006 г. – 86,0 %), а лесные насаждения характеризовались как «здоровые».

Проблемой становится чрезмерная рекреационная нагрузка на береговой части оз. Белое. В целом она пока не достигла пороговой величины устойчивости травяных (луговых и прибрежно-водных) фитоценозов и важнейших их компонентов, включая популяции охраняемых видов: лобелии Дортмана и полушника озерного. В целях сохранения существующего экологического баланса на большей части акватории и долины озера необходима строгая локализация мест отдыха и купания. Повторные наблюдения за фауной лесных экосистем заказника показали флуктуации в видовом составе и структуре доминирования в индикаторной группе почвенной мезофауны – сообществах жуличиц.

Заказник «Озеры» (циклы наблюдений 2010, 2015 и 2020 гг.). Состояние лесных экосистем заказника несколько ухудшилось по сравнению с предыдущими циклами наблюдений: в 2020 г. преобладали «здоровые с признаками ослабления» древостои (55,6 %). 5 лет назад доля деревьев данной категории – 25,0 %, 10 лет назад – 33,3 %. Доминировали в предыдущие циклы обследования «здоровые» древостои – 75,0 % (в 2015 г.) и 66,7 % (в 2010 г.). Доля «здоровых» древостоев в 2020 г. – 22,2 %. В среднем индекс жизненного состояния древостоев снизился на 4,5 % и составил 86,7 % (в 2015 г. – 91,2 %, а в 2010 г. – 90,7 %). По степени дефолиации 67,6 % всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения. Сравнительный анализ состояния водных экосистем показал, что на оз. Белое произошли изменения в характере и степени зарастания: уменьшились площади распространения водной растительности (в настоящее время 15 % акватории), доминируют аэрогидрофиты, т.е. озеро является гелофитным водоемом. Модификация экологического состояния озера связано с качеством вод. Высокая антропогенная нагрузка может привести к критическому состоянию экосистем, входящих в комплекс оз. Белое. Другие озера (расположенные в лесных массивах) практически не подвержены антропогенной нагрузке и являются стабильными.

Заказник «Освейский» (циклы наблюдений 2008, 2013, 2018 гг.). В лесах ООПТ преобладают «здоровые с признаками ослабления» древостои – 60,0 % обследованных насаждений. 5 лет назад количество древостоев данной категории составляло 75,0 %, 10 лет назад – 58,3 %. Поскольку количество «ослабленных» древостоев, как и 5 лет назад, осталось без изменений, а «поврежденные» отсутствовали, то такое изменение произошло за счет ухудшения состояния части «здоровых» древостоев (в 2008 г. было 33,3 % «здоровых» древостоев, а в 2013 г. – их доля уменьшилась вдвое, в 2018 г. – 30,0 %).

В среднем для заказника индекс жизненного состояния древостоев составил 86,1 % – лесные насаждения в среднем «здоровые с признаками ослабления» (в 2008 г. – 89,2 % в 2013 г. – 87,6 %). Растительность луговых, прибрежно-водных и болотных экосистем заказника «Освейский» находится в основном в естественном сукцессионном процессе развития и/или восстановления. В существующем режиме использования идет натурализация лугов с присущей им мозаичностью. Еще более четко мозаичность растительного покрова проявляется на моренных холмах острова на оз. Освейское. Здесь интенсивное восстановление растительности сопровождается рудерализацией травостоев и зарастанием угодий деревьями и кустарниками. Бывшие луго-пастбищные пространства имеют облик редколесий с участием яблони и груши, которые объедаются живущими здесь косулями.

Проведенные в 2009 г. работы по восстановлению гидрологического режима болотных экосистем в западной части ООПТ по всем показателям позволили улучшить их состояние: участки верховых болот перестали испытывать дефицит влаги, увеличилось проективное покрытие сфагновыми мхами, на выработанных территориях начались процессы заболачивания. Высокий уровень грунтовых вод, большое количество осадков в период исследований и подтопление участков бобрами привело к значительной обводненности территории и ее труднодоступности. Повышение уровня грунтовых вод на болотном массиве не привело к ухудшению окружающих древостоев из мелколиственных пород. Участки с фрагментами открытого торфа (до проведения работ по ренатурализации) покрыты водой. Здесь начали активно заселяться болотные кустарники и травы. Однако нестабильность уровня грунтовых вод может повлечь изреживание и выпадение растительного покрова. При сохранении высокой обводненности исследованные участки, вероятнее всего, постепенно полностью покроются тростником обыкновенным (*Phragmites australis*). Снижение обводненности до уровня поверхности почвы обусловит развитие осоковых и осоково-тростниковых сообществ. Угрозы водным экосистемам в заказнике в основном связаны с оз. Освейское. Предшествующие антропогенные воздействия на водную среду озера привели к ухудшению качества воды и газового режима водоема, появилась реальная угроза перехода его в гиперэвтрофную стадию развития. Происходило интенсивное зарастание акватории прибрежно-водной растительностью, формирование сплавинных зарослей макрофитов. Стали наблюдаться заморные явления вследствие дефицита кислорода в зимнее время, зарастание традиционных нерестилищ рыб в прибрежной зоне и в устьях рек. Перестройка в характере и степени зарастания оз. Освейское, произошедшая в начале 2000-х гг., уменьшили площади распространения макрофитов.

В настоящее время как по видовому составу, так и по характеру и степени зарастания площади озера (в т. ч. на ключевом участке) ситуация стабилизировалась, и сохраняется на уровне 2013 г. Особую тревогу вызывает построенный ООО «Интерсервис» на территории заказника охотничий вольер для содержания диких копытных, охватывающий площадь около 5800 га (27 км по периметру) и примыкающий к акватории оз. Белое и всего на несколько сот метров не доходящий до восточной окраины оз. Освейское. Высокая численность животных создает угрозу эвтрофикации поверхностного стока, а в перспективе – и водоемов оз. Белое и оз. Освейское. Эвтрофикация водоемов и водотоков под действием биогенных веществ приведет к увеличению зарастаемости водоемов, изменению трофических путей и перестройке всех компонентов биоценозов водных экосистем.

Заказник «Прибужское Полесье» (циклы наблюдений 2010, 2014, 2019 гг.). Состояние лесных экосистем заказника «Прибужское Полесье» несколько ухудшилось. В среднем индекс жизненного состояния древостоев – 88,7 % (в 2014 г. – 92,4 %, в 2010 г. – 91,4 %). Преобладают «здоровые с признаками ослабления» древостои, на долю которых приходится 60,0 % обследованных насаждений, хотя 5 лет назад доминировали «здоровые» (80,0 % обследованных насаждений). По всему спектру пород доминируют деревья без признаков ослабления – 67,5 % (в 2014 г. – 78,6 %, в 2010 г. – 76,7 %). По степени дефолиации 67,4 % всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения, что на 11,4 % меньше, чем в 2014 г. и на 3,6 % меньше, чем в 2010 г. В совокупности средняя дефолиация живых деревьев составляет 11,8 % (в 2014 г. – 8,6 %, в 2010 г. – 9,8 %). Негативные тенденции в динамике луговых экосистем заказника связаны, в первую очередь, с изменением системы хозяйствования в регионе. Сократились площади сенокосов и пастбищ, не производится своевременно перезалужение. В итоге происходит прогрессивное сокращение луговых угодий, их зарастание древесно-кустарниковой растительностью, что ведет к снижению разнообразия видов растений и животных, местом обитания которых являются луга. Сравнительный анализ материалов наблюдений

на оз. Селяхи в 2010, 2014 и 2019 гг. показывает, что в видовом составе, в характере и степени зарастания водоема не произошло изменений.

Заказник «Простырь» (циклы наблюдений 2008, 2013, 2018 гг.). В среднем для лесных экосистем ООПТ индекс жизненного состояния древостоев составляет 89,8 %, а лесные насаждения характеризуются как «здоровые с признаками ослабления» (в 2008 – 2013 гг. индекс жизненного состояния – 90,1–93,4 %). Доминируют деревья без признаков ослабления (68,0 %). Количество ослабленных деревьев составляет 30,0 %, сильно ослабленных – 0,2 %. В 2008 и 2013 гг. деревья категорий сильно ослабленные, усыхающие и сухостойные не выявлены. Угроза зарастания открытых (луговых и болотных) экосистем кустарниками существует на всем протяжении болотного комплекса. Степень проявления и скорость увеличения проективного покрытия кустарниками зависит от гидрорежима территории. Распространение ивняков обусловлено также прекращением использования луговых и болотных угодий для сенокосения, выпаса, сокращением объемов заготовки ивняков на дрова. Сравнительный анализ результатов наблюдений за водными экосистемами на р. Простырь с материалами 2012 г. показал, что степень зарастания реки изменилась. Также, за счет русловых процессов, произошли изменения в морфологическом строении русла реки: увеличились размеры острова, уменьшились площади отмелей у правого и левого берегов. Главной угрозой для экосистем заказника является нарушение гидрологического режима, вызванное действием крупных гидромелиоративных систем, расположенных на сопредельных территориях, а также системы каналов в самом заказнике. Также отмечена угроза биологического загрязнения – вдоль р. Простырь распространяется инвазивный вид – эхиноцистис лопастной (*Echinocystis lobata*).

Заказник «Ружанская пуща» (циклы наблюдений 2012 и 2017 гг.). В 2017 г. индекс жизненного состояния лесных экосистем составил 89,1 %. Как и 5 лет назад насаждения характеризуются как «здоровые с признаками ослабления» (индекс жизненного состояния в 2012 г. – 87,4 %). В лесах преобладают «здоровые с признаками ослабления» древостои – 60,0 %; остальные 40,0 % отнесены к категории «здоровых». 5 лет назад к категории «здоровых с признаками ослабления» было отнесено 54,6 %, остальные 45,4 % отнесены в «здоровым» (36,4 %) и «ослабленным» (9,1 %). По степени дефолиации 70,0 % всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения (в 2012 г. – 68,0 %). Средняя дефолиация живых деревьев – 10,6 %. Согласно учетам орнитофауны на отдельных маршрутах выросла численность ряда фоновых видов птиц, что можно объяснить увеличением площади предпочитаемого ими гнездового экотопа. Наблюдения за почвенными беспозвоночными показали незначительные перестройки в видовом составе сообществ жукелиц, что, вероятно, связано с межгодовой динамикой численности видов.

Заказник «Селява» (циклы наблюдений 2014 и 2019 гг.). Состояние лесных экосистем заказника «Селява» удовлетворительное: индекс жизненного состояния древостоев 88,9 % (5 лет назад – 90,2 %), преобладают «здоровые с признаками ослабления» древостои, на долю которых приходится 53,8 % (5 лет назад – 38,5 %), доля «здоровых» составляет 46,2 % (5 лет назад – 61,5 %). По степени дефолиации 69,1 % всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения, что на 1,4 % меньше, чем было 5 лет назад (70,5 %). Средняя дефолиация живых деревьев – 11,5 %. Некоторое ухудшение состояния обусловлено засушливыми вегетационными периодами последних лет.

Результаты мониторинга луговых и болотных экосистем ООПТ свидетельствуют о том, что травянистая растительность заказника «Селява» отличается большой пестротой и фитоценотическим разнообразием и весьма динамична. Сукцессионная динамика связана прежде всего с отсутствием хозяйственной деятельности (сенокосения и выпаса скота, ухода за угодьями). На суходолах идут активные восстановительные сукцессии, сопровождающиеся бурьянизацией травостоя и развитием древесно-кустарниковой растительности. Экосистемы оз. Селява, оз. Обида и оз. Худовец стабильны: за период

наблюдения в видовом составе, характере и степени зарастания не произошло изменений. Одной из угроз экосистемам и биоразнообразию заказника является рост численности баклана большого и его гнездование в прибрежных лесах (более 50 особей).

Заказник «Синьша» (циклы наблюдений 2013 и 2018 гг.). За 5 лет состояние лесных экосистем заказника «Синьша» несколько ухудшилось, хотя, по-прежнему, лесные насаждения относятся к категории «здоровые с признаками ослабления». Индекс жизненного состояния древостоев снизился с 87,3 % (2013 г.) до 80,6 % (2018 г.). Растительность луговых и прибрежно-водных экосистем заказника «Синьша» развивается в соответствии с наличием генофонда, сложившимися почвенно-гидрологическими условиями, характером и степенью (либо отсутствием) хозяйственного воздействия. Основное воздействие наблюдается со стороны рекреации. Однако его нынешние масштабы угрозы существованию ботанических объектов не представляют. Активно восстанавливаются фитоценозы на бывших пахотных землях. При этом травяные сообщества постепенно замещаются древесно-кустарниковой растительностью. Исходя из полученных данных, водные экосистемы основных озер заказника «Синьша» мало подвержены антропогенному воздействию и природные комплексы не нарушены. Наблюдается значительное зарастание мелководных участков оз. Синьша водяным орехом. Этот охраняемый вид в пределах заказника имеет широкое распространение. Акватория оз. Островцы в настоящее время полностью покрыта зарослями водяного ореха, что может затруднять полноценное использование водоема для промыслового рыбоводства. Основной потенциальной угрозой для оз. Синьша может стать рекреация. Из природоохранных мероприятий необходимо рекомендовать обустройство стоянок в местах массового отдыха.

Заказник «Смычок» (циклы наблюдений 2010, 2015 и 2020 гг.). В лесах ООПТ 66,7 % обследованных насаждений относятся к категории «здоровых с признаками ослабления», остальные 33,3 % – к категории «поврежденные». Индекс жизненного состояния древостоев составляет 74,1 %, а насаждения оцениваются как ослабленные. В 2015 г. индекс жизненного состояния составлял 71,3 %, в 2010 г. – 85,8 %. Ухудшение состояния за истекший период связано с развитием корневой губки в сосновом фитоценозе и усыханием части древостоев в колонии бакланов. Сравнительный анализ состояния водных экосистем показывает, что степень зарастания водоемов и водотоков изменилась, увеличилась площадь распространения макрофитов, появились новые виды растений, в т.ч. занесенные в Красную книгу, что связано с более благоприятными природными условиями. Результаты мониторинга луговых и болотных экосистем ООПТ свидетельствуют о тенденции сокращения занимаемых травяными сообществами площадей вследствие снятия или ограничения сенокосно-пастбищного режима и зарастания древесно-кустарниковой растительностью. Происходят фитоценотические и территориальные изменения луговых фитоценозов. Выявлен ряд ценных, уникальных и эталонных сообществ, существование которых находится под угрозой. Определенную проблему приобретает биологическое загрязнение заказника. Одна из угроз биоразнообразию – увеличение численности баклана большого и его гнездование в лесных прибрежных фитоценозах (по результатам мониторинга наблюдали около 200 особей). Этот процесс приводит не только к усыханию деревьев, но и является экологической угрозой для всех экосистем ООПТ.

Заказник «Сорочанские озера» (циклы наблюдений 2010, 2015, 2020 гг.). Состояние лесных фитоценозов заказника «Сорочанские озера» остается стабильно хорошим. В 2020 г., также как и в 2015 г., в лесах ООПТ преобладали «здоровые» древостои, на долю которых приходилось 60,0 % обследованных насаждений. 10 лет назад количество древостоев данной категории составляло 50,0 %. Доля «здоровых с признаками ослабления» древостоев составило 40,0 %. По результатам обследования в 2020 г. ни один из обследованных древостоев не был отнесен к категории «ослабленные» и «поврежденные». 5 лет назад количество «ослабленных» древостоев составляла 10,0 %

(в 2010 г. – 20,0 %). Вместе с тем, один из обследованных в 2010 и 2015 гг. древостоев был отнесен к «поврежденным». Это спелое насаждение дубравы кисличной по склону р. Вилия, где было отмечено 23 сухостойных дерева. Причина усыхания не установлена. В 2020 г. почти все сухостойные деревья перешли в стадию валежа или были вырублены. Произошло оздоровление древостоя.

В среднем для заказника индекс жизненного состояния древостоев в 2020 г. составил 88,9 % (для сравнения в 2015 и 2010 гг. – 85,6 %), а лесные насаждения оценивались как «здоровые с признаками ослабления». По степени дефолиации 72,0 % всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения, средняя дефолиация живых деревьев составляла 9,6 %. Структура экологических групп фауны в лесных экосистемах довольно типична для лесов с низкой антропогенной трансформацией и преобладанием проточных водоемов. Относительно равное соотношение численности видов различных экологических групп относительно типично для мозаичных лесов обследуемого региона. Состояние луговых и болотных экосистем ООПТ свидетельствуют о том, что основные направления динамики связаны с зарастанием древесно-кустарниковой растительностью. Особенно активно вытесняются они деревьями и кустарниками на менее обводненных участках поймы и долины р. Вилия, а также на лесных опушках и полянах, где прекратилась традиционная хозяйственная деятельность – сенокошение и выпас домашнего скота. Негативные изменения луговых экосистем связаны, в первую очередь, с изменением системы хозяйствования в регионе. Водные экосистемы основных озер данной ООПТ мало подвержены антропогенному воздействию и природные комплексы не нарушены.

Заказник «Споровский» (циклы наблюдений 2007, 2012, 2017 гг.). За 10 лет с момента закладки сети мониторинга состояние лесных экосистем ООПТ почти не изменилось. В целом они оцениваются как «здоровые с признаками ослабления» (в 2017 г. индекс жизненного состояния древостоев составил 83,9 %, для сравнения в 2012 г. – 85,5 %, в 2007 г. – 83,8 %). По степени дефолиации доминируют неповрежденные деревья, в 2017 г. их доля составила 66,5 %, что на 1,3 % выше, чем в 2012 г. и на 4,0 % выше, чем в 2007 г.

В совокупности средняя дефолиация живых деревьев составляет 11,3 % (в 2012 г. – 10,9 %; в 2007 г. – 11,2 %). В целом фитоценотическая ситуация на пунктах наблюдений лугово-болотной растительности заказника «Споровский» стабильная. Некоторые изменения во флористическом составе, обилии видов, их жизненности связаны с колебанием уровня обводненности.

В приустьевой части р. Ясельда расширяют свое присутствие тростник южный (*Phragmites australis*), а в притеррасных частях поймы и на низких минеральных островах – ацидофильные кустарники из ив. Заметнее всего увеличение обилия деревьев и кустарников на правобережной пойме р. Ясельда, в месте её впадения в оз. Споровское. Здесь при отсутствии сенокошения и выпаса травяные сообщества в большинстве своем уже заросли древесно-кустарниковой растительностью.

В характере зарастания высшей водной растительностью оз. Споровское за период наблюдения не произошло существенных изменений. Хотя, из опубликованных и фондовых материалов можно судить об изменениях, произошедших за последние 60 лет. В 1985 г. сотрудниками научно-исследовательской лаборатории озераведения БГУ отмечалось 100 % зарастание акватории озера (в 2017 г. этот показатель – около 60 %). Сравнительный анализ материалов исследований на оз. Споровское в 2012 и 2017 гг. показывает, что из-за низкой прозрачности воды, отмечено сокращение площади распространения погруженной растительности. Заметные изменения произошли в центральной части озера. Ранее на глубинах 0,4–1,3 м произрастали смешанные группировки харовых водорослей, элодеи канадской и рдестов (блестящего и пронзеннолистного) с проективным покрытием до 50 %, а также чистые заросли водяного мха с покрытием дна до 60 %. Эти ассоциации имели мозаичный характер

распространения. В настоящее время наблюдается сокращение их площади, заросли стали более разреженными с проективным покрытием до 30 %. Отмечено обеднение видового состава.

Заказник «Средняя Припять» (циклы наблюдений 2009, 2012, 2018 гг.). По результатам 2018 г. в лесных экосистемах преобладают «здоровые с признаками ослабления» древостои – 56,7 % (в 2012 и 2009 гг. – по 37,1 %). Доля «здоровых» древостоев уменьшилась на 21,4 % по сравнению с 2012 г. и на 41,4 % – по сравнению с 2009 г. Доля «ослабленных» древостоев составила – 26,7 % (в 2012 г. – 25,7 %; в 2009 г. – 8,6 %). Среди обследованных в 2018 г. древостой на одном постоянном пункте наблюдений оценивался как «поврежденный» и один – «сильно поврежденный» (по 3,3 %) (в 2012 г. к поврежденным были отнесены 5,7 %; в 2009 г. – 2,9 %). На двух постоянных пунктах наблюдений древостои вырублены в результате повреждения сосны вершинным короедом. Средний индекс состояния несколько снизился и составил 80,8 %, хотя лесные насаждения по-прежнему характеризуются как «здоровые с признаками ослабления» (84,9 % – в 2012 г. и 87,5 % – в 2009 г.).

Растительность луговых, лугово-болотных и прибрежно-водных экосистем заказника «Средняя Припять» на всех пунктах наблюдения находится в сходных почвенно-гидрологических (аллювиальных) условиях, но под различным хозяйственным воздействием (рекреация, сенокошение и выпас скота), либо отсутствием этого. 10-летние наблюдения свидетельствуют о стабильности пойменных фитоценозов (в низовье р. Ясельда). Здесь сформировались ценные в кормовом отношении и рекордно высокопродуктивные травостои (до 250 ц/га сена). Однако, после прекращения в 2010-е гг. сенокошения, активизировались повой заборный, а затем крапива двудомная и инвазивный эхиноцистис лопастный. Происходит перестройка в сообществах. Начались процессы деградации кормовых угодий и их зарастание древесно-кустарниковой растительностью. Наблюдается сокращение количества видов и уменьшение плотности орнитофауны в болотных экосистемах заказника «Средняя Припять». Прежде всего, это происходит из-за постепенного зарастания кустарником открытых мест, что в свою очередь является следствием ряда засушливых сезонов в 2014 – 2016 гг. Повторные наблюдения за почвенными беспозвоночными болотных экосистем заказника «Средняя Припять» показали уменьшение доли прибрежных видов и появление лесных. Результаты мониторинга водных экосистем свидетельствуют о стабильности и отсутствии существенных изменений в состоянии этого типа экосистем. В характере и структуре зарастания водной растительностью рек Припять, Случь и Горынь, Микашевичского канала за период с 2008 и 2012 гг. не произошло существенных изменений. Трансформация видового состава водной растительности и изменения в характере и степени зарастания старичных озер связаны с изменением гидрологического режима, в первую очередь с сокращением площади зеркала из-за падения уровня воды, особенно в последние засушливые годы.

В целом можно заключить, что на отдельных ООПТ в связи с трудной доступностью и спецификой ландшафтов, основная часть в течение круглого года пребывает в состоянии фактически заповедного режима. Учитывая относительную стабильность экологической обстановки на этих ООПТ, прогнозируется сохранность и первозданность лесных, болотных и водных экосистем уникальных природных комплексов (например, в заказниках Кoryтенский мох, Ельня).

Почти во всех ООПТ изменений в состоянии лесных экосистем не прогнозируется. Проведенные исследования указывают на тенденцию к повышению показателя естественности лесной флоры этих ООПТ. Можно констатировать, что в настоящее время соотношение экологических групп и видовое разнообразие лесной фауны остается стабильным. Если в ближайшем будущем продолжатся засухи различной интенсивности, то это приведет к увеличению площади погибающих сосновых лесов, произрастающих на

возвышенных хорошо освещенных местах на автоморфных почвах (например, в заказниках «Прибужское Полесье», Днепро-Сожский и «Средняя Припять»). Жаркая погода и недобор осадков в прошлые годы существенно ослабили эти относительно устойчивые сосновые леса. Доминирующим фактором их гибели будет короедное усыхание от воздействия в основном вершинного короеда и короеда стенографа и проводимые по этой причине сплошные санитарные рубки.

На всех ООПТ прогнозируются: уменьшение площади естественных луговых сообществ, изменения в их видовом составе и общее снижение кормовой ценности на фоне повышения продуктивности травостоев вследствие бурьянизации (разрастания крупнотравья). Основные направления динамики луговых и болотных экосистем связаны с зарастанием древесно-кустарниковой растительностью. Особенно активно они будут зарастать деревьями и кустарниками на лесных опушках и полянах, где прекратилась традиционная хозяйственная деятельность – сенокосение и выпас домашнего скота. Степень проявления и скорость увеличения проективного покрытия древесно-кустарниковой растительности зависит от гидрорежима территории, прекращения использования луговых и болотных угодий для сенокосения, выпаса, сокращения объемов заготовки ивняков на дрова.

В ближайшей перспективе (при условии сохранения уровня антропогенной нагрузки) не следует ожидать существенных изменений в видовом составе, в развитии водной растительности, в характере и степени зарастания озер заказников «Выгонощанское», «Прибужское Полесье», «Синьша» и «Селява». Проблемными остаются заморы на оз. Выгонощанское, что ведет к снижению численности аборигенных видов рыб, составлявших ранее основу уловов в этом водоеме. Прогнозируется рост численности баклана большого и его гнездований в прибрежных лесах заказников «Долгое», «Селява» и «Смычок», что проявится в увеличении степени проявления угроз биоразнообразию и естественным экосистемам данных ООПТ. Рекомендуется уделить внимание регуляции численности этого вида.

Распространение инвазивных видов растений в условиях ООПТ может не только негативно отразиться на биоразнообразии охраняемой территории. В результате обильного их произрастания на территориях с измененным режимом хозяйственной деятельности последние могут послужить резерватами распространения данных видов на окрестные земли.

Живописные уголки ООПТ привлекают отдыхающих. Это обуславливает значительный антропогенный прессинг на многие природные комплексы любой территории. Контролирующим органам рекомендуется уделить внимание на все возрастающую антропогенную нагрузку, которая может привести к катастрофическим последствиям. Эти угрозы и конфликтные ситуации возможно решить при разработке Планов управления заказниками, составной частью которого должен являться план территориальной организации ООПТ.

Таким образом, создание на ООПТ локальных сетей комплексного мониторинга позволяет проводить оценку состояния экосистем на протяжении длительного времени, опираясь на конкретную информацию, получаемую на различных объектах наблюдения. Организация такой системы мониторинга позволяет выявлять негативные факторы воздействия на природно-территориальные комплексы ООПТ, изучать их в динамике и разрабатывать соответствующие мероприятия по сохранению биоразнообразия территории, а также своевременно предпринимать соответствующие меры по предотвращению возникновения или возрастания степени проявления угроз на основе информации, получаемой на объектах мониторинга в течение длительного периода времени.

13. Комплексный мониторинг торфяников

Комплексный мониторинг торфяников представляет собой систему сбора данных регулярных наблюдений за состоянием торфяников, проводимых в рамках отдельных видов мониторинга НСМОС в целях оценки состояния торфяников, прогноза изменения их состояния под воздействием природных и антропогенных факторов.

Проводится в рамках реализации мероприятия пункта 139 «Проведение наблюдений, оценка состояния торфяников» подпрограммы 5 «Национальная система мониторинга окружающей среды» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021 – 2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 февраля 2021 г. № 99.

Был создан и утвержден постановлением НАН Беларуси от 2 декабря 2020 г. № 4 ИАЦ комплексного мониторинга торфяников, назначен его руководитель. Разработан рабочий вариант «Инструкции комплексного мониторинга торфяников». Выявлены и согласованы с ИАЦ комплексного мониторинга торфяников пункты наблюдений.

Было заложено 8 пробных участков (пунктов наблюдений) на 3 торфяниках:

Ельня, расположенном в Миорском и Шарковщинском районах Витебской области – 3 пункта наблюдения (верховой тип залежи, в естественном состоянии);

Песчанка, расположенном на территории Биологического заказника «Споровский» (Березовский район Брестской области) – 3 пункта наблюдения (низинный тип залежи, в естественном состоянии);

Рудянец I, II, расположенном в Червенском районе Минской области – 2 пункта наблюдения (I – восстановленная часть верхового болота, II – естественная часть верхового болота).

Проведен сбор и обобщение имеющейся информации (фондовой, ведомственной, литературной и иной) о пунктах наблюдений. На пунктах наблюдений отобраны и проанализированы общетехнические свойства торфа в залежи: ботанический состав, степень разложения, зольность, массовая доля влаги, обменная кислотность. Установлены датчики ежедневного измерения уровня грунтовых вод.

Комплексный мониторинг торфяников включает организационно-самостоятельные и проводимые на общих принципах мониторинги окружающей среды в границах торфяников по следующим направлениям:

- **в рамках мониторинга земель** планируется осуществлять наблюдения за: составом, структурой и состоянием земельных ресурсов, состоянием почвенного покрова земель, химическим загрязнением земель, относящимся к торфяникам сельскохозяйственного использования, **осуществляются** наблюдения за общетехническими свойствами торфа в залежи: ботаническим составом, степенью разложения, зольностью, органическим веществом, массовой долей влаги, обменной кислотностью;

- **в рамках мониторинга лесов** планируется осуществлять наблюдения за лесными насаждениями и отдельными компонентами лесного фонда (ярус насаждения, древесная порода, подрост, подлесок, напочвенный покров, почва и др.);

- **в рамках мониторинга поверхностных вод** осуществляются наблюдения за уровнем грунтовых вод, уровнем воды в озерах, гидрохимическими показателями воды;

- **в рамках мониторинга подземных вод** планируется осуществлять: наблюдения за уровнем, температурой, химическим составом и физическими свойствами подземных вод;

- **в рамках мониторинга растительного мира** планируется осуществлять: наблюдения за растительными сообществами болот и лугов; растительными

сообществами водоемов, водотоков; популяций охраняемых в соответствии с международными договорами Республики Беларусь или занесенных в Красную книгу Республики Беларусь видов растений и грибов; популяций и ресурсов кормовых, пищевых, лекарственных, технических и других дикорастущих хозяйственно ценных видов растений и грибов; популяций инвазивных видов растений, создающих угрозу жизни или здоровью граждан, сохранению биологического разнообразия, причиняющих вред отдельным отраслям экономики;

- **в рамках мониторинга животного мира** планируется осуществлять: наблюдение за дикими животными, относящимися к объектам охоты; дикими животными, относящимися к объектам рыболовства; дикими животными, включенными в Красную книгу Республики Беларусь; дикими животными, относящимися к видам, попадающим под действие международных договоров Республики Беларусь;

- **в рамках мониторинга парниковых газов** осуществляется расчет изменения годового баланса парниковых газов.

Комплексный мониторинг торфяников позволит оценить современное состояние торфяников на основе анализа данных регулярных наблюдений в рамках отдельных видов мониторинга земель, лесов, поверхностных и подземных вод, животного и растительного мира, включенных в государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС, а также прогноза изменения их состояния под воздействием природных и антропогенных факторов.

В ближайшей перспективе планируется расширение сети наблюдений.