

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Факультет географии и геоинформатики
Кафедра географической экологии

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

_____ Гагина Н. В.

«15» июня 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

_____ Кольмакова Е. Г.

«29» июня 2023 г.

Геоэкологические проблемы Беларуси

Электронный учебно-методический комплекс для специальности:
1-33 01 02 «Геоэкология»

Регистрационный № 2.4.2-24/372

Автор:

Брилевский М.Н., профессор кафедры географической экологии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент.

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
19.10.2023 г., протокол № 2.

Минск 2023

УДК 502.1:55(476)(075.8)
Б 879

Утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
Протокол № 2 от 19.10.2023 г.

Решение о депонировании вынес:
Совет факультета географии и геоинформатики
Протокол № 11 от 29.06.2023 г.

А в т о р:

Брилевский Михаил Николаевич, профессор кафедры географической экологии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент.

Рецензенты:

кафедра географии и методики преподавания географии УО «Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка (заведующий кафедрой Таранчук А.В., кандидат географических наук, доцент);

Кузьмин С.И., заведующий НИЛ экологии ландшафтов факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент.

Брилевский, М. Н. Геоэкологические проблемы Беларуси : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-33 01 02 «Геоэкология» / М. Н. Брилевский ; БГУ, Фак. географии и геоинформатики, Каф. географической экологии. – Минск : БГУ, 2023. – 210 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 204–207.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) предназначен для студентов 1 ступени, обучающихся по специальности 1-33 01 02 «Геоэкология». В теоретическом разделе ЭУМК анализируется современное состояние окружающей среды Республики Беларусь, рассматриваются геоэкологические проблемы Беларуси глобального, регионального и локального уровня, степень их проявления в различных регионах страны и прогноз геоэкологической ситуации на ближайшее будущее. Практический раздел содержит методические разработки по выполнению практических работ по учебной дисциплине, проведению управляемой самостоятельной работы, и примеры тестовых вопросов для текущего и итогового контроля знаний по основным разделам курса.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	9
1. Конспект лекций	9
1.1. Социально-экономическая и демографическая ситуация в Беларуси и понятие геоэкологических проблем.	9
1.1.1. Понятие геоэкологических проблем и идея устойчивого развития. ...	9
1.1.2. Социально-экономическая ситуация в Беларуси и ее влияние на окружающую среду.....	16
1.1.3. Оценка демографической ситуации в Беларуси	22
1.2. Региональные геоэкологические проблемы Беларуси.	32
1.2.1. Проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды в результате аварии на ЧАЭС.	32
1.2.2. Региональная проблема деградации болот Полесья.....	45
1.2.3. Региональная проблема Солигорского горнопромышленного района.	49
1.3. Локальные геоэкологические проблемы Беларуси и проявление глобальных проблем.	57
1.3.1. Пространственно-временные особенности изменения климата Беларуси и проблема разрушения озонового слоя.	57
1.3.2. Проблема локального загрязнения атмосферного воздуха.	74
1.3.4. Геоэкологические проблемы, связанные с добычей полезных ископаемых	109
1.3.5. Проблемы изменения земельного фонда, деградации и загрязнения почв	115
1.3.6. Проблемы использования и охраны растительности Беларуси.	127
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	181
2.1. Задания практических работ, в том числе размещенные на образовательном портале БГУ LMS Moodle	181
2.2. Задания управляемой самостоятельной работы, в том числе размещенные на образовательном портале БГУ LMS Moodle.....	192
2.3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся	196
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	199
3.1. Примерный перечень вопросов к экзамену.....	199
3.2. Примерный перечень заданий в тестовой форме	200
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	204

4.1. Рекомендуемая литература	204
4.2. Электронные ресурсы	207
4.3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	208

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Геоэкологические проблемы Беларуси» предназначен для студентов специальности 1-33 01 02 «Геоэкология», факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета. ЭУМК является необходимой методической основой для обеспечения высокого качества образовательного процесса, формирования необходимых профессиональных компетенций у студентов.

Цель учебной дисциплины «Геоэкологические проблемы Беларуси» заключается в изучении современного состояния природной среды Республики Беларусь, установлении геоэкологических проблем различного уровня, степени их проявления в различных регионах страны и прогнозе геоэкологической ситуации на ближайшее будущее.

Задачи учебной дисциплины:

- приобретение умений проводить анализ литературных источников по проявлению геоэкологических проблем различного уровня в Беларуси;
- формирование у студентов необходимых знаний о влиянии социально-экономической ситуации на окружающую среду и состояние здоровья населения;
- приобретение умений оценивать последствия изменения климата на окружающую среду и хозяйственную деятельность в республике;
- установление пространственных особенностей загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод и тенденций их изменения;
- выявление региональных аспектов загрязнения и деградации почв, геоэкологических проблем, возникающих при разведке и добыче полезных ископаемых;
- оценка состояния биологических ресурсов, изменения флоры и фауны под влиянием антропогенных факторов, определение устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям с целью сохранения биологического и ландшафтного разнообразия;
- формирование умений проводить сравнительный анализ состояния сети особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь и определять перспективы расширения экологической сети;
- определение пространственно-временных особенностей накопления и утилизации промышленных и бытовых отходов;
- формирование способности генерации новых идей по решению региональных геоэкологических проблем Беларуси: загрязнения территории в результате аварии на ЧАЭС, деградации природных комплексов Белорусского Полесья в результате чрезмерной мелиорации, и Солигорского горнопромышленного района;
- прогнозирование развития геоэкологической ситуации в стране на основе анализа фактов и их критического осмысления;
- формирование умений коллективной работы при проведении расчетов и определении динамики изменения природных компонентов в результате антропо-

погенного воздействия, а также самостоятельной работы при подготовке рефератов по отдельным геоэкологическим проблемам;

Учебная дисциплина «Геоэкологические проблемы Беларуси» является синтезирующей в подготовке студентов-геоэкологов, так как в ней обобщаются полученные ранее геоэкологические знания о Республике Беларусь. Дисциплина относится к циклу специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования специальности 1-33 01 02 Геоэкология.

Предназначение ЭУМК по учебной дисциплине «Геоэкологические проблемы Беларуси» заключается в реализации требований образовательного стандарта и учебной программы по обеспечению непрерывности и полноты процесса обучения, систематизации и контроля знаний.

ЭУМК рекомендуется использовать при подготовке к лекциям, во время выполнения практических заданий и управляемой самостоятельной работы студентами, подготовки к текущему и итоговому контролю знаний по разделам учебной дисциплины. Все задания практических работ и УСР, а также презентации лекций размещены на Образовательном портале БГУ LMS Moodle отдельными темами.

Содержание ЭУМК соответствует образовательному стандарту специальности 1-33 01 02 Геоэкология и учебной программе дисциплины «Геоэкологические проблемы Беларуси». Теоретическая и практическая части отражают современные научные достижения в области геоэкологии, региональной географии и рационального природопользования. Материал опирается на актуальные данные официальных информационных источников статистических справочников Республики Беларусь, а также на актуальные материалы министерств и учреждений, занимающихся проблемами природопользования.

Структура ЭУМК включает теоретический раздел, практический раздел, раздел контроля знаний, вспомогательный раздел.

Теоретический раздел соответствует разделам учебной программы и состоит из 3 частей: социально-экономическая и демографическая ситуация в Беларуси и ее влияние на состояние окружающей среды, региональные геоэкологические проблемы, локальные геоэкологические проблемы Беларуси и проявление глобальных проблем.

В первой части рассматриваются вопросы понятия геоэкологических проблем и устойчивого развития, осуществляется оценка современной социально-экономической и демографической ситуации в стране, их динамика и прогноз на ближайшее будущее. Во второй части характеризуются региональные геоэкологические проблемы загрязнения территории радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС, проблема деградации болот Полесья в результате нерационального использования и проблема загрязнения окружающей среды в Солигорском горно-промышленном районе. Третья часть посвящена рассмотрению локальных проблем загрязнения отдельных природных компонентов: атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почв, растительности, снижения биологического и ландшафтного разнообразия, накопления отходов, а также проявлению глобальных геоэкологических проблем в Республике Беларусь.

Практический раздел включает задания для проведения практических работ, управляемой самостоятельной работы студентов, тематика которых соответствует учебной программе. Структура каждого задания учитывает возможность его выполнения студентами при дистанционном обучении. Она включает название темы и цель задания, методические рекомендации по выполнению, информационные и картографические материалы.

Раздел контроля знаний содержит материалы текущей и итоговой аттестации, которые позволяют определить степень усвоения материала. В блоке диагностики знаний для каждого раздела учебной дисциплины разработан перечень экзаменационных вопросов, образцы тестовых вопросов.

Вспомогательный раздел содержит список рекомендованной литературы, электронных ресурсов, учебно-методическую карту дисциплины.

Использование ЭУМК по учебной дисциплине «Геоэкологические проблемы Беларуси» позволит повысить эффективность управления процессом обучения с помощью инновационных образовательных технологий и обеспечить формирование профессиональных компетенций и подготовку квалифицированных специалистов.

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач в области рационального природопользования;

СЛК-7. Понимать необходимость сохранения ландшафтного и биологического разнообразия, бережно относиться к природе;

ПК-4. Определять проблемы в области геоэкологии и осуществлять постановку научных задач, представляющих как теоретический интерес, так и практическую значимость в области природопользования;

ПК-11. Оценивать последствия антропогенного воздействия на окружающую среду, разрабатывать способы и приемы оптимизации среды жизнедеятельности населения;

ПК-14. Анализировать исторические и современные проблемы экономической и социальной жизни общества, проблемы и тенденции его устойчивого развития;

ПК-15. Выбирать оптимальные рекомендации по разрешению отраслевых, региональных, национальных и глобальных проблем в области природопользования;

ПК-21. Выполнять прогноз геоэкологических последствий реализации Государственных программ экономического и социального развития;

ПК-22. Проводить геоэкологическую экспертизу геоситуаций на глобальном, региональном и локальном уровнях;

ПК-49. Знать современные проблемы природопользования, определять цели инновационной деятельности и способы их достижения.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные региональные и локальные геоэкологические проблемы Беларуси и особенности их территориального проявления;

- геоэкологическое состояние основных природных компонентов и пространственно-временные особенности их изменения;
- основные международные экологические организации, отечественные природоохранные документы и мировые научные достижения по разработке вариантов улучшения экологической ситуации;
- перспективы развития геоэкологической ситуации в стране.

уметь:

- проводить анализ литературных, фондовых и статистических источников по состоянию окружающей среды в регионах Беларуси,
- выбирать оптимальные варианты решения геоэкологических проблем, генерировать новые идеи на основе знакомства с результатами исследований;
- прогнозировать развитие геоэкологических ситуаций на основе анализа и критического осмысления фактов;
- аргументировать свою точку зрения на перспективы развития геоэкологической ситуации в стране.

владеть:

- методами построения и анализа графиков и диаграмм, показывающих динамику степени воздействия на окружающую среду, геоинформационного анализа;
- методами математического анализа и прогнозирования изменения геоэкологической ситуации в стране.

Учебная дисциплина «Геоэкологические проблемы Беларуси» преподается на 4 курсе в 7 семестре.

В соответствии с образовательным стандартом на изучение учебной дисциплины «Геоэкологические проблемы Беларуси» отводится 108 часов, в том числе 48 аудиторных часов, форма получения образования – дневная.

Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 28 часов, практические занятия – 14 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы. Форма текущей аттестации - экзамен в 7 семестре.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1. Конспект лекций

1.1. Социально-экономическая и демографическая ситуация в Беларуси и понятие геоэкологических проблем.

1.1.1. Понятие геоэкологических проблем и идея устойчивого развития.

Цели и задачи учебной дисциплины. Основная цель учебной дисциплины заключается в изучении современного состояния окружающей среды Республики Беларусь, в установлении геоэкологических проблем, степени их проявления в различных регионах страны и определении тенденций изменения геосистем, в составлении прогноза геоэкологической ситуации на ближайшее будущее.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Приобретение умений проводить анализ литературных источников по проявлению геоэкологических проблем в Беларуси;
2. Формирование необходимых знаний о социально-экономической ситуации в стране, ее влиянии на окружающую среду и состоянии здоровья населения;
3. Приобретение умений оценивать воздействие парниковых газов и общего содержания озона на окружающую среду;
4. Детальное рассмотрение территориальных особенностей загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод и тенденций их изменения в стране;
5. Определение особенностей распространения минеральных и земельных ресурсов и выявление региональных аспектов загрязнения и деградации почв, геоэкологических проблем, возникающих при разведке и добыче полезных ископаемых;
6. Оценка состояния биологических ресурсов, изменения флоры и фауны под влиянием антропогенных факторов, устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям с целью сохранения биологического и ландшафтного разнообразия;
7. Формирование умений проводить сравнительный анализ состояния сети ООПТ страны и перспективы ее расширения;
8. Определение пространственно-временных особенностей накопления и утилизации отходов производства и потребления;
9. Формирование способности генерации новых идей по решению региональных геоэкологических проблем Беларуси: загрязнения территории в результате аварии на ЧАЭС, деградации природных комплексов Белорусского Полесья в результате чрезмерной мелиорации, и Солигорского горно-промышленного района;

10. Прогнозирование развития геоэкологической ситуации в стране на основе анализа фактов и их критического осмысления;

11. Формирование умений коллективной работы при проведении расчетов и определении динамики изменения природных компонентов в результате антропогенного воздействия, а также самостоятельной работы при подготовке презентаций и рефератов по отдельным проблемам;

12. Приобретение умений диалектически мыслить, анализировать факты и аргументировать свою точку зрения на перспективы развития геоэкологической ситуации в стране.

Понятие экологических проблем. В настоящее время взаимодействие природы и общества можно рассматривать как постоянное воздействие человека на природные объекты в процессе хозяйственной деятельности. Кроме того, человек строит хозяйственные объекты и постоянно на них воздействует в процессе жизнедеятельности. Природа, в свою очередь, воздействует на хозяйственные объекты и человека через различные стихийные бедствия, неблагоприятные метеорологические явления и т.д.

В результате природа с помощью стихийных бедствий может привести к разрушению жилищных и хозяйственных объектов, оказывает влияние на здоровье населения, на возможности проведения отдельных видов хозяйственной деятельности. Хозяйственные объекты также оказывают воздействие на природу и человека в результате аварий и чрезвычайных ситуаций.

Взаимоотношения человека и природы складываются, как взаимное воздействие антропогенных факторов на окружающую среду и природных факторов на здоровье и хозяйство человека.

На протяжении длительного исторического периода наблюдалось преимущественно усиление воздействия человека на природу, но в настоящее время силы воздействия как бы уравнились.

Любое изменение природных компонентов человеком вызывает ответную реакцию: возникают ответные воздействия на людей и их хозяйство, которые приводят к геоэкологическим проблемам.

По силе воздействия на природу В.И.Вернадский сравнил человека с «геологической силой» еще в первой половине XX столетия. За прошедшее столетие силы воздействия человека возросли в разы, поэтому экологические проблемы возникают все чаще и проявляются с гораздо большей силой, приводя к катастрофам.

В разных литературных источниках применяются различные термины: экологические, либо *геоэкологические проблемы*. Учитывая, что эти проблемы наиболее тесно связаны с человеком и окружающей средой, на наш взгляд, более правильно говорить о геоэкологических проблемах, но в классических определениях Н.Ф. Реймерса чаще употребляется термин «экологическая проблема».

Под *экологическими проблемами* следует понимать любые явления, связанные с заметными воздействиями человека на природу, обратными влияниями природы на человека и его экономику, с жизненно и хозяйственно значи-

мыми процессами, обусловленными естественными причинами (стихийные бедствия, климатические возмущения, массовые нерегулярные миграции – выселения животных и т.д.) [Реймерс Н.Ф., 1990]. Применяются и другие термины, характеризующие взаимодействие человека и природы.

Проблемная ситуация это любое антропогенное (реже природное) изменение окружающей среды, вызывающее или могущее вызвать отрицательные экологические, социальные и экономические последствия. Понятие включает нарушение любых экологических компонентов или их совокупности (механическим воздействием, химическим, физическим и биологическим загрязнением, нерациональным использованием отходов и т.п.).

Экологически конфликтная ситуация – локальное или региональное ухудшение состояния среды жизнедеятельности (загрязнение воздуха, подземных и поверхностных вод, деградация почв в результате загрязнения и эрозии, исчезновение видов растений и животных, накопление коммунальных и промышленных отходов и т.п.), рассматриваемое как общественно неоправданное или опасное.

Геоэкологические проблемы разного уровня. В зависимости от охвата территории геоэкологические проблемы подразделяются на 3 уровня.

Локальные геоэкологические проблемы отличаются наибольшей привязанностью к конкретной территории и охватывают сравнительно небольшие площади, либо отдельные природные компоненты.

Региональные геоэкологические проблемы охватывают крупные части геосферы, но все же привязаны к конкретным территориям, конкретным регионам и не охватывают весь мир.

Глобальные геоэкологические проблемы – природные, природно-антропогенные или чисто антропогенные (в том числе экономические, социальные и т.п.) явления, затрагивающие мир в целом, все человечество.

В зависимости от направленности и причин возникновения глобальные проблемы могут носить характер:

- природно-экологический,
- политический,
- социально-экономический,
- научный.

Перечисленные направления глобальных проблем взаимосвязаны, поэтому последние обычно являются смешанными.

Наиболее известными среди глобальных проблем человечества являются следующие:

- проблема разоружения и сохранения мира на Земле;
- демографическая проблема, проявляющаяся в водных странах в виде депопуляции населения, в других – в виде перенаселения;
- продовольственная проблема;
- энергетическая и сырьевая проблема;
- экологическая проблема.

Экологическая проблема на современном этапе развития человечества имеет большое количество направлений:

- обезлесение – сокращение площади лесов;
- опустынивание и деградация земель, сокращение площадей сельскохозяйственных угодий из-за эрозии, техногенного воздействия и др.;
- увеличение содержания CO² и парниковый эффект, глобальное потепление климата, разрушение озонового слоя;
- загрязнение Мирового океана;
- дефицит чистых пресных вод;
- загрязнение окружающей среды в крупных городах и промышленных центрах, возрастание техногенной нагрузки;
- снижение видового разнообразия флоры и фауны, утрата ландшафтного разнообразия.

Для территории Беларуси характерны проявления большинства глобальных проблем, имеющие различную силу и направленность. Кроме того выделяются региональные и локальные геоэкологические проблемы.

Следует отметить, что региональные проблемы возникают в результате произошедших ранее событий и являются унаследованными из прошлого, а локальные - возникают в результате текущего функционирования народнохозяйственного комплекса.

К *региональным* геоэкологическим проблемам Беларуси относятся:

- проблема радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на ЧАЭС;
- проблема загрязнения окружающей среды в Солигорском горно-промышленном районе;
- проблема деградации болот Полесья, вызванная широкомасштабной осушительной мелиорацией

К *локальным* геоэкологическим проблемам Беларуси относятся:

- проблема деградации геологической среды в результате разведки и добычи полезных ископаемых;
- проблема загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах и промышленных центрах;
- проблема загрязнения поверхностных и подземных вод;
- проблема загрязнения и деградации почв;
- проблема накопления и утилизации отходов производства и потребления;
- проблема изменения видового состава флоры и фауны, сохранения биоразнообразия.

Национальная стратегия устойчивого развития и экологические цели государства. Во второй половине 80-х годов XX столетия Международной комиссией ООН по окружающей среде и развитию под руководством Г.Х.Брунтланд была сформулирована идея устойчивого развития.

В итоговом докладе «Наше общее будущее» была доказана взаимосвязь политических, экономических, экологических и социальных проблем на нашей планете и невозможность их решения в отдельности.

Стратегия устойчивого развития была официально принята на конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 году как «Повестка действий на XXI столетие».

Идея устойчивого развития предполагает решение следующих целей в области охраны природной среды: с одной стороны – воздействия на окружающую среду не должны приводить к ее необратимым отрицательным изменениям, с другой – должны быть общественно приемлемыми, позволять решать экологические задачи в сочетании с экономическими и социальными.

Итогом конференции в Рио-де-Жанейро стало решение о разработке национальных стратегий устойчивого развития каждой страной, входящей в ООН. Стратегии устойчивого развития становились программными документами взаимодействия общества и природы в рамках каждой страны и показывали возможности социально-экономического развития стран с учетом экологического фактора.

В Республике Беларусь первая Национальная стратегия устойчивого развития была принята в 1997 г., как рабочий документ, а в 2004 г. как окончательный документ, предусматривающий социально-экономическое развитие страны на период до 2020 г.

Стратегия предполагала увеличение ВВП в 3 раза при сохранении на нынешнем уровне объемов выбросов и сбросов в окружающую среду загрязняющих веществ.

Национальной стратегией устойчивого развития были выработаны *задачи внутренней экологической политики*:

1. Улучшение состояния окружающей среды, обеспечение экологически благоприятных условий проживания, отдыха и трудовой деятельности населения.

2. Снижение удельных выбросов и сбросов вредных веществ в атмосферу и водные объекты.

3. Обеспечение устойчивого, рационального использования природно-ресурсного потенциала.

4. Сокращение образования отходов, организация их переработки и утилизации.

5. Обеспечение условий сохранения и самовоспроизводства биологического и ландшафтного разнообразия, восстановление деградированных экосистем, сохранение памятников природы.

6. Обеспечение экологической безопасности, предотвращение техногенных аварий, безопасное управление биотехнологиями.

7. Реабилитация имеющейся на территории страны зоны экологического бедствия.

8. Минимизация негативных социально-экономических и экологических последствий экстремальных природных явлений.

Плановые показатели национальной стратегии устойчивого развития до 2020 года в настоящее время стали историей.

В настоящее время подведены итоги выполнения задач первой Национальной стратегии социально-экономического развития Беларуси. Выполнен анализ

функционирования экономики за 20-летний период, проведен анализ воздействия производственной деятельности на окружающую среду.

По каждому направлению детально рассмотрено выполнение экологических показателей в коллективной монографии «Стратегия устойчивого развития Беларуси: экологический аспект» (Е.А.Антипова и др.), в подготовке которой приняли участие ведущие ученые и специалисты Республики Беларусь.

Определены удельные показатели воздействия на окружающую среду с учетом роста ВВП, которые показывают увеличение ВВП более, чем в 2 раза и изменение показателей воздействия на окружающую среду (Таблица 1).

Таблица 1– Динамика ВВП и удельных показателей воздействия на окружающую среду Беларуси [Прогноз..., 2022].

Показатель	Единица измерения	2000 г.	2010 г.	2020 г.
ВВП	% к 2000 г.	100	203,7	223,5
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух	Т/млн. руб.	36,9	17,8	14,3
Сброс сточных вод в водные объекты	М ³ /млн. руб.	32,3	13,4	12,6
Образование отходов производства	Т/млн. руб.	673,5	591,1	748,3
Использование отходов производства	% к образованию	15,9	31,1	35,4
Энергоемкость ВВП	Кг.у.т./тыс.руб.	943,6	528,9	461,0

Как видно из таблицы рост ВВП сопровождается снижением выбросов в атмосферный воздух, уменьшением сброса сточных вод, рассчитанным на единицу объема ВВП. Продолжается увеличение объемов отходов производства, но в то же время повышается их использование. Наблюдается снижение энергоемкости ВВП.

Улучшение показателей снижения воздействия на окружающую среду в Беларуси обусловлено, прежде всего, вниманием со стороны государства к данной проблеме и финансированием мероприятий по улучшению окружающей среды (Таблица 2).

В настоящее время принята Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года (февраль 2020 г.).

В качестве ключевой задачи рассматривается идея перехода к «зеленой экономике», основанной на принципах устойчивого развития.

Под «зеленой экономикой» понимается экономика, повышающая благосостояние людей, обеспечивает социальную справедливость и при этом снижает риски деградации окружающей среды.

Задачи «зеленой экономики» стали основой целей устойчивого развития страны на период до 2035 года и базируются на качественно иной технологической базе, нацеленной на инновации и производстве конкурентоспособной продукции.

Таблица 2 – Затраты на охрану окружающей среды за период 2000-2020 гг. (в текущих ценах; млрд рублей)

Показатель	2000	2005	2010	2015	2020 ¹
Совокупные расходы на охрану окружающей среды	158	967	2002	8871	1015,5
Затраты на охрану окружающей среды	119	720	1363	6195	-
- на охрану и использование водных ресурсов	61	362	889	3750	423,4
- на охрану атмосферного воздуха	50	274	219	1050	219,4
- на охрану от загрязнения отходами производства	7	76	217	1175	252,4
Затраты на ремонт основных средств	6	26	37	192	-
Затраты на содержание ООПТ, биотехнологические мероприятия по сохранению животных	3	32	95	325	22,4
Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды	30	189	415	2159	204,5

Примечание ¹. 2016-2020 гг. с учетом деноминации, млн. руб.

Задачи НСУР-2035 по основным секторам экономики:

1. В промышленности – проведение инвестиционно-структурной перестройки (новая технологическая база и принципы управления). Направления экологизации:

- внедрение технологий ресурсо- и энергосбережения, модернизация экологически «вредных» производств;
- создание безотходных производств;
- изменение технологий и переработка отходов производства, особенно калийных;
- увеличение глубины переработки сырьевых ресурсов;
- максимальное вовлечение твердых коммунальных отходов для производства тепловой и электроэнергии.

2. В сельском хозяйстве – развитие органического земледелия, внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, производство безопасной продукции. Направления экологизации:

- сохранение и повышение почвенного плодородия;
- снижение удельного веса деградированных земель;
- применение почвосберегающих агротехнологий;
- применение технологий утилизации и рециклинга отходов животноводства.

3. В строительстве – внедрение стандартов экологически чистого строительства, увеличение энергоэффективности.

4. В энергетике – повышение эффективности использования топливных ресурсов, применение неуглеродных и возобновляемых источников, местных видов топлива.

5. На транспорте – формирование транспортно-логистической системы, расширение транзитного потенциала страны, формирование цифровых транспортных коридоров, повышение доли электрофицированных транспортных средств, расширение использования водного транспорта.

Внешние экологические цели и обязательства Беларуси проявляются в виде выполнения международных договоров, конвенций, соглашений, которые были подписаны Республикой Беларусь в разные годы.

В 1980-е годы было подписано соглашение о трансграничном загрязнении воздуха и охране озонового слоя.

Большое количество договоров было подписано в 1990-е годы, после обретения страной суверенитета:

- сохранение биоразнообразия,
- открытость экологической информации,
- международная торговля видами дикой фауны и флоры,
- контроль за трансграничной перевозкой опасных отходов,
- охрана водно-болотных угодий и др.

В начале XXI века Республикой Беларусь приняты обязательства по следующим международным договорам:

- конвенция по борьбе с опустыниванием и деградацией земель,
- соглашения по проблемам охраны трансграничных вод и др.

На разной стадии обсуждения и ратификации находятся соглашения:

- введение унифицированных международных экологических стандартов
- формирование единой экологической сети Европы
- экологическая сертификация продукции и др.

1.1.2. Социально-экономическая ситуация в Беларуси и ее влияние на окружающую среду.

Основные этапы экономического развития Беларуси. В начале 1990-х годов Республика Беларусь стала суверенным государством. Однако это произошло во время распада СССР, повлекшего за собой социально-политический, экономический и экологический кризис.

Основные причины кризиса в Беларуси:

- сырьевая и энергетическая зависимость хозяйства Беларуси от других республик, прежде всего России;
- ориентация экономики на союзный рынок (Беларусь являлась сборочным цехом для огромного рынка);
- устаревшие многоотходные технологии в производстве промышленной продукции, в сельском хозяйстве и других отраслях;
- сильная изношенность основных фондов (заводов и фабрик, оборудования, транспортных средств и т.д.);
- последствия чернобыльской катастрофы оказали наибольшее влияние именно на хозяйство и социальную сферу нашей страны.

В экономическом развитии независимой Республики Беларусь можно условно выделить несколько этапов, которые характеризуются изменением основных макроэкономических показателей.

Первый этап длился с 1991 по 1995 гг. На протяжении этих лет наблюдался устойчивый спад основных социально-экономических показателей и

обострение кризиса, охватывающего все сферы жизнедеятельности населения. Вот как снижались основные показатели в эти годы:

- ВВП страны ежегодно сокращался в среднем на 9 %,
- продукция промышленности – на 10 %,
- продукция сельского хозяйства на 4 %,
- жилищное строительство – на 11 %,
- товарооборот – на 15 % и т.д.

В итоге экономического кризиса и спада производства к 1995 г. объем ВВП составил только 65 % от уровня 1990 г., объем промышленного производства - 59 %, капитальные вложения – 58 % .

В стране наблюдалась гиперинфляция, снижение уровня жизни населения, ухудшение торгового и платежного баланса, сокращение инвестиций.

Прирост индекса потребительских цен, характеризующий уровень инфляции составлял 25-30 % в месяц, а иногда превышал 50 %.

Реальные денежные доходы населения к 1995 г. составили только 62 % от уровня 1990 г.

По индексу развития человеческого потенциала (ИРЧП) Беларусь с 40-го (1990г.) опустилась на 62-е место (1996 г.) и перешла из группы высокоразвитых стран в группу со средним уровнем ИРЧП.

Наиболее сильно экономический кризис в 90-х г. отразился на инвестиционной активности. Кризисные явления в структуре управления экономикой привели к тому, что инвесторы боялись вкладывать деньги в развитие хозяйства из-за боязни их потерять. В итоге инвестиции в основной капитал в 1995 г. составили всего 38,5 % от уровня 1990 г.

Второй этап социально-экономического развития страны начался в 1996 г. и длился до 2000 г. Республика Беларусь постепенно начала преодолевать кризисные явления, вызванные распадом СССР и системы социалистических стран.

К 2000 г. на 34 - 36 % выросли инвестиции в основной капитал и валовой внутренний продукт, на 65 – 85 % возросли производство промышленной продукции, ввод жилья, реальные денежные доходы населения, розничный товарооборот.

Рост производства к 2000 г. обеспечил превышение уровня 1990 г. по: объему промышленной продукции, выпуску потребительских товаров, реальным денежным доходам населения, жилищному строительству, розничному товарообороту и другим социально-экономическим показателям.

Несмотря на положительную динамику основных макроэкономических показателей кризисные явления, связанные с развалом СССР за 10-летие полностью преодолены не были. Производство сельскохозяйственной продукции составляло только 71 % от 1990 г., инвестиции в основной капитал – только 44 %, объем ВВП не достиг 90 % от докризисного периода. Инвестиционная активность начала расти только в 1997 г. К 2000 г. объем капиталовложений составил только 48,4 % от 1990 г.

Жесткая денежно-кредитная политика привела в 1996 – 2000 гг. к снижению среднемесячной инфляции до 4-11% (в 2000 г. – 6,3 %). Повысились ре-

альные денежные доходы, которые только в 2000 г. превысили уровень 1990 г. и составили 105 %. Начался медленный рост ИРЧП, что позволило РБ к 2000 г. подняться на 53 место, однако она продолжала оставаться в группе со средним уровнем ИРЧП.

Таким образом, можно сделать следующий *вывод* по состоянию социально-экономического развития Республики Беларусь в первом ее 10-летии.

На протяжении десяти лет переходного периода с 1991 по 2000 гг. РБ практически «проедала» накопленные в предыдущем основные фонды, не обеспечивая их воспроизводство.

Оставалась неудовлетворительной технологическая структура капиталовложений. В развитых странах соотношение между объемом промышленного строительства и затратами на технологии и оборудование 10:90, а в Беларуси - 50:50. В 2000 г. на территории страны сохранялось более 22 тыс. объектов незавершенного строительства.

Износ основных фондов в 2000 г. составлял 59 %, а их активной части (оборудование) – 76 %. Иностранные инвестиции в 2000 г. составили 90 млн. долл., при том что потребности страны в инвестициях измерялись в 1-2 млрд долл. Нестабильная социально-экономическая ситуация в стране обусловила крайне низкий инвестиционный рейтинг, по которому Беларусь занимала только 148 место в мире. В стране с переходной экономикой зарегистрировано очень малое количество совместных и иностранных предприятий (менее 3000).

Третий этап формирования современной экономической ситуации в Беларуси протягивался условно с 2000 по 2010 гг. Он ознаменовался ростом основных макроэкономических показателей, причем довольно быстрыми темпами.

Так, ВВП в стране уже к 2005 году вырос на 43,3 % относительно 2000 года, с 9134 до 65067 млрд. рублей. Еще более высокими темпами ВВП рос во второй половине периода и к 2010 г. достиг 162 964 млрд. рублей, что составляло 203,5 % от 2000 г.

ВВП на душу населения за 10 лет вырос с 915 до 17962 тысяч рублей, т.е. повысился практически вдвое, относительно 2000 г.

Рост промышленного производства опережал сельскохозяйственное. Продукция промышленности за десятилетие увеличилась с 10 500 млрд. руб. в 2000 г. до 62 545 млрд. руб. в 2005 г. и достигла в 2010 году – 161 934 млрд. рублей, что составило соответственно 152 % и 224 %.

Продукция сельскохозяйственного производства с 2734 млрд. руб. в 2000 году в 2005 выросла до 12826 млрд. руб. и в 2010 году до 35 500 млрд. руб. В процентном отношении рост производства сельскохозяйственной продукции составил 125 % и 155 % соответственно.

Отрадно заметить, что в анализируемое 10-летие наблюдается существенное увеличение инвестиций в основной капитал, т.е. обновляется оборудование, производится реконструкция производственных мощностей. С 2000 года (1809 млрд. руб.) инвестиции в основной капитал к 2005 году выросли до 15100, а к 2010 году – до 54 218 млрд. рублей, что составило 179 % и 417 %.

Во второй половине анализируемого периода успешно реализуется программа жилищного строительства. Ввод в эксплуатацию жилых домов в 2000

году составлял 3 529 тыс. м², к 2005 году он увеличился незначительно (3786 тыс. м²), а вот к 2010 году он вырос до 6 700 тыс. м² и составил 190 %.

Розничный товароборот увеличился с 4200 млрд. руб. в 2000 году, до 25230 млрд. руб. в 2005 году и до 69730 млрд. руб. - в 2010 г. В процентах рост составил 211 и 410 %, относительно 2000 года.

Быстрыми темпами увеличивались платные услуги населению. В 2000 году они составляли только 633 млрд. руб. К 2010 году существенно вырос ассортимент услуг и их объем. В 2005 году платные услуги составили 6780 млрд. руб. (172 %), а в 2010 году – 15 690 млрд. руб. (278 %).

Более низкими темпами, но устойчиво увеличивается внешнеторговый оборот с 15 970 млн. долларов в 2000 году, до 32690 млн. дол. в 2005 году и 60 100 млн дол в 2010 году.

Произошли определенные изменения в отраслевой структуре ВВП: существенно возросла доля строительства, незначительно промышленности, торговли и прочих отраслей, снизилась доля сельского хозяйства, транспорта и связи, чистых налогов на продукты (Таблица 3).

Таблица 3 – Отраслевая структура ВВП Республики Беларусь, %

Отрасли	2000	2010	2020
Промышленность	26,5	26,8	25,5
Сельское и лесное хозяйство	11,6	7,5	7,1
Строительство	6,4	11,0	5,8
Транспорт и связь	11,1	9,5	12,4
Торговля и общественное питание	9,5	11,1	10,3
Прочие отрасли	20,4	21,3	24,6
Чистые налоги на продукты	14,5	12,8	14,3

На протяжении *четвертого этапа* с 2010 по 2020 гг. рост макроэкономических показателей в Республике Беларусь продолжился, однако темпы роста существенно снизились.

ВВП в стране к 2015 году вырос на 6 % относительно 2010 года, с 162 964 до 899 100 млрд. рублей, а к 2020 г. достиг почти 150,0 млн. рублей (с учетом деноминации), что составило около 104 % от 2015 г.

ВВП на душу населения к 2015 г. вырос до 94 745 тысяч рублей, а в 2020 г. он составил почти 16 000 тыс. рублей. Учитывая, что в 2015 г. была проведена деноминация, то относительно небольшой рост за 5-летие наблюдался.

Продукция промышленности увеличилась со 161 930 млрд. руб. в 2010 г. до 739 600 млрд. руб. в 2015 г., а в 2020 году достигла – 118 400 млн. деноминированных рублей, что составило соответственно 105 % и 117 % относительно 2010 г.

Продукция сельскохозяйственного производства в 2015 выросла до 138600 млрд. руб., а в 2020 году достигла 23 630 млн. деноминированных рублей. В процентном отношении рост производства сельскохозяйственной продукции относительно 2010 г. составил 111 % и 127 % соответственно.

В анализируемое 10-летие наблюдается дальнейшее увеличение инвестиций в основной капитал. С 2010 года (54220 млрд. руб.) инвестиции в основной

капитал к 2015 году выросли до 207150 млрд. руб.), а в 2020 году – до 29 623 млн. денонмированных рублей, Однако от уровня 2010 г. это составило 87 % и 80 % соответственно.

Ввод в эксплуатацию жилых домов после 2010 года стал постепенно снижаться и составлял 5055 тыс. м² в 2015 году, и 4150 тыс. м² в 2020 г., что соответствовало 76 % и 63 % от показателя 2010 г.

На протяжении 10-летия продолжал расти розничный товарооборот. Он увеличился до 347240 млрд. руб. в 2015 году и до 53540 млн. денонмированных рублей - в 2020 г. В процентах рост составил 154 % и 177 %, относительно 2010 года.

Увеличиваются платные услуги населению. В 2015 году платные услуги составили 79410 млрд. руб. а в 2020 году – 12 490 млн. денонмированных рублей. Относительно 2010 года объём платных услуг к 2015 г. вырос на 120% и стабилизировался на данном уровне.

Внешнеторговый оборот на протяжении 10-летия не имел выраженной тенденции. В 2015 году он составил 44 610 млн дол, а в 2020 г. 94 350 млн дол. Однако на протяжении анализируемого периода отмечается отрицательное сальдо внешней торговли, т.е. импорт превосходит экспорт.

Вывод: С 2000 по 2020 гг. большинство макроэкономических показателей в Республике Беларусь выросли. Рост показателей в первом 10-летии XXI века был более быстрым, в дальнейшем замедлился. К сожалению в последние годы сократились объемы жилищного строительства и инвестиции в основной капитал.

Производство промышленной продукции, его динамика и влияние на экологическое состояние окружающей среды. Снижение объема промышленного производства на первом этапе формирования современной отраслевой структуры хозяйства в результате развала СССР и нарушения хозяйственных связей, с экологической точки зрения можно считать положительным фактором. Многие заводы и фабрики закрылись, другие работали не в полную смену, что привело к резкому снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, уменьшению объемов сточных вод и загрязняющих веществ в них, сокращению накопления промышленных отходов.

Однако, в то же время, сократились доходы государства, перестали обновляться основные средства, прекратилось поступление инвестиций в промышленность, упали расходы на обновление очистных сооружений, повысились риски техногенных аварий, быстрыми темпами росло браконьерство, что отрицательно сказывалось на сохранении биологического и ландшафтного разнообразия.

Объем промышленной продукции в 1995 г. сократился до 60 % от уровня 1990 г. В результате разрыва хозяйственных связей произошли структурные сдвиги в промышленности:

- существенно увеличился удельный вес электроэнергетики (в 5 раз), черной металлургии (в 2,7 раза), химической и нефтехимической промышленности (в 1,4 раза);

- снизился удельный вес машиностроения и металлообработки (в 1,4 раза), текстильной (в 2,4 раза), цветной металлургии (в 3,6 раза), пищевой промышленности.

При этом, следует отметить, что и в отраслях, удельный вес которых вырос, также наблюдалось сокращение производства, но более низкими темпами.

Потребление энергоресурсов в 1995 г. по сравнению с докризисным 1990 г. сократилось почти в 1,6 раза. На 40 – 60 % снизились объемы производства различных видов продукции топливно-энергетического комплекса.

На втором этапе с 1996 по 2000 гг. ситуация в промышленном производстве начинает выправляться. Ежегодный прирост промышленной продукции составлял более 10 %. Он наблюдался во всех отраслях, кроме производства строительных материалов.

Следует отметить, что быстрый рост промышленного производства в эти годы не сопровождался увеличением объемов выбросов загрязняющих веществ в природные среды. Рост производства связан был с отраслями менее металлоемкими и энергоемкими. До 17 % вырос удельный вес пищевой промышленности, до 16 % - топливной (за счет использования транзитного положения и наличия нефтеперерабатывающих заводов), 20 % - составляла доля машиностроения, 12,5 % - химической и нефтехимической промышленности.

Увеличилась доля сертифицированной продукции. Однако темпы обновления основных производственных фондов и модернизации промышленного производства оставались низкими. Серьезной проблемой для промышленного производства оставались рынки сбыта готовой продукции, так как ее себестоимость оставалась высокой из-за привозного сырья, устаревшего оборудования.

С 1996 года наметилась положительная тенденция снижения энергоемкости ВВП. В структуре топливно-энергетического баланса произошли позитивные изменения: до 56 % возросла доля природного газа и до 12 % сократилась доля мазута, что положительно сказалось на экологической ситуации в стране.

На третьем этапе темпы роста промышленного производства замедлились. С 2000 по 2010 гг. в стране наблюдается рост объёмов производства, однако соответствующего увеличения загрязнения окружающей среды не наблюдается. Вызвано это модернизацией производства, применением современных технологий, переходом производственных мощностей на природный газ, снижением материалоемкости производимой продукции.

Основной задачей становится не производство продукции, а поиск рынков ее сбыта, что и требовало модернизации оборудования для увеличения конкурентоспособности. Отрасли, не выдерживающие конкуренции на внешнем рынке, сокращали свой удельный вес в структуре производства, особенно легкая промышленность, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная, пищевая. За счет внутреннего рынка и развития строительной отрасли увеличилась доля промышленности стройматериалов.

Наиболее существенно возросла доля топливной промышленности с 16,2 % до 24,1 %, в связи с чем последняя вышла на первое место по удельному весу в общем объеме промышленной продукции. Однако в данной отрасли начали появляться проблемы с поставкой сырья из России.

Рост промышленного производства продолжился и на четвертом этапе, с 2010 по 2020 гг., однако он не был таким же стабильным, как на предыдущих этапах. Промышленное производство сильно зависело от состояния мирового рынка, стоимости энергоносителей. Так, экономический кризис 2015 г. привел к сокращению производства отдельных видов промышленной продукции в Республике Беларусь. Наблюдались ежегодные изменения структуры промышленности. После реконструкции ряда предприятий возросла доля лесной и деревообрабатывающей промышленности. Развитие сельского хозяйства позволило вывести пищевую промышленность в одну из ведущих отраслей страны. Качество ее продукции увеличило долю продуктов питания в экспорте страны.

Отрадно заметить, что продолжающийся рост производства промышленной продукции не приводил к соответствующему увеличению нагрузки на окружающую среду. Показатели выбросов и сбросов загрязняющих веществ стабилизировались, наблюдались некоторые колебания по годам, однако их увеличения, соответствующего росту ВВП не наблюдалось.

В последние годы усиливается внимание к экологизации производства за счет изменения технологий, вовлечения в хозяйственный оборот вторичного сырья, повышения глубины переработки сырья, модернизации очистных сооружений, создания безотходных производств, совершенствования транспортно-логистической системы, совершенствования структуры производства электроэнергии, за счет атомной электростанции и возобновляемых источников энергии.

1.1.3. Оценка демографической ситуации в Беларуси

Динамика численности населения Беларуси. Глобальная демографическая проблема является одной из важнейших для Республики Беларусь. Если во многих странах наблюдается перенаселение, то в нашей стране на протяжении более чем 30 последних лет наблюдается депопуляция, т. е. сокращение населения. Демографическая проблема в Республике Беларусь представляет собой угрозу устойчивого социально-экономического развития страны.

Неблагоприятные тенденции демографической ситуации в Республике Беларусь, которые рассматриваются как демографические угрозы безопасности страны:

- депопуляция;
- старение населения;
- нерегулируемые миграционные процессы;
- деградация института семьи.

Переписи населения проводятся 1 раз в 10 лет и являются наиболее достоверными сведениями о численности населения, его составе, размещении и других демографических показателях. Изменения численности населения Беларуси и соотношение городского и сельского населения по итогам последних 7 переписей приведены в таблице 4.

Вывод: По данным переписей начиная с 1959 г. по 1999 г. численность населения выросла на 25 %, но темпы ее роста в начале 70-х годов начали неуклонно снижаться.

В период между переписями 1989 и 1999 гг. началось сокращение численности населения на 106,6 тыс. чел. которое продолжается и в начале XXI века.

Таблица 4 – Численность населения РБ, 1959-2019 гг. (по результатам переписей)

Показатель							
Численность населения, тыс.чел							
Городское							
	31 %	43 %	55 %	65 %	69 %	5 %	
Сельское							
	69 %	57 %	45 %	35 %	31 %	5 %	

Впервые смертность превысила рождаемость в 1993 г. (на 11,1 тыс. чел.).

На 1.01.1994 г. численность населения Беларуси достигла максимального значения – 10 243,5 тыс. чел., а в последующие годы она сокращалась.

За 1994 г. численность населения снизилась на 33,1 тыс. чел., за 1995 г. ещё на 23,1 тыс. чел. В дальнейшем наблюдались колебания величины снижения численности населения, что объяснялось миграционными потоками и процессами естественного движения.

Ежегодное снижение численности населения с 1996 по 2000 г. составляло от 35,3 до 48,9 тыс. чел, с 2001 по 2008 гг. от 29,7 до 85,3 тыс. чел. Начиная с 2009 г. демографическая ситуация начала улучшаться. Сокращение численности населения с 2009 по 2012 гг. составляло 8,2 – 23,5 тыс. чел., а на протяжении 4-х лет с 2013 по 2016 гг. наблюдался незначительный рост численности населения на 0,6 – 16,0 тыс. человек. Однако, начиная с 2017 года, численность населения в стране опять начинает снижаться, особенно сильно в 2020 г. (70,6 тыс. чел.) и в 2021 г. (94,1 тыс. чел.).

По данным на 1 января 2022 г. численность населения Беларуси составляет 9 255 524 жителей.

Демографы прогнозируют сокращение численности населения в Беларуси к 2050 г. до 8,57 млн чел., но если сохраняться темпы убыли населения последних лет, то это произойдет раньше.

Население Беларуси подразделяется на *городское и сельское*. На протяжении всей истории развития страны наблюдается рост численности городского населения и сокращение сельского. По данным переписи 1959 года доля городского населения составляла немногим более 30 %. Каждый последующий год доля городского населения увеличивалась и к 2022 г. достигла 78,1 %. Рубеж в 50 % был пройден в 1976 году.

Надо отметить, что за счет внутренней миграции постоянно увеличивалась не только доля городского населения, но и его численность. Несмотря на сокращение общей численности населения с 1994 г., численность горожан ежегодно увеличивалась. Исключение составляют 2003-06, 2010, 2018, 2021 и 2022

годы, в течение которых численность городского населения сокращалась, но численность сельского населения в эти годы сокращалась еще сильнее.

Процесс урбанизации характерен для большинства стран мира, однако концентрация населения на сравнительно небольшой территории приводит к усилению экологических проблем. Сокращение численности сельского населения в Беларуси, также негативно сказывается на состоянии окружающей среды: исчезают сельские населенные пункты, снижаются площади сельскохозяйственных земель, сокращается поголовье скота в личных подворьях, что приводит к зарастанию сенокосов и пастбищ кустарниками, бурьянизации луговых угодий, увеличению количества инвазивных видов, что негативно сказывается на сохранении биоразнообразия.

По половому признаку население делится на *мужское и женское*. На протяжении длительного периода в Беларуси сохраняется устойчивая тенденция незначительного преобладания женского населения над мужским. Доля мужского населения составляет 46 – 47 %, соответственно, женского 53 – 54 %. Из-за последствий Второй мировой войны в 1959 году доля мужского населения была самой низкой и составляла 44,5 %.

В территориальном отношении население довольно равномерно распределяется по областям и г. Минску, однако региональные особенности динамики численности населения выражены довольно четко (Таблица 5).

Таблица 5 – Динамика численности населения по областям и г. Минску, тыс. чел.

Область							
Брестская					1404,5	1350,8	1324,0
Витебская					1229,4	1142,9	1103,8
Гомельская					1443,2	1394,0	1357,9
Гродненская					1076,7	1030,1	1006,6
Минская					1431,1	1469,3	1465,8
Могилевская					1106,3	1029,3	1000,8
Минск					1814,3	2012,9	1996,6

Снижение численности населения раньше всего было зафиксировано в Могилевской области (1989 г.), годом позже началось снижение численности населения в Гомельской области, а в середине 1990-х годов – в остальных областях Беларуси. Однако результаты переписи 1990 г. не зафиксировали снижения численности населения, по сравнению с предыдущей переписью, в Брестской и Гродненской областях.

В Минске фиксируется постоянный рост населения, которое составило 2020,1 тыс. человек в 2020 г. Правда в последние 2 года наблюдается сокращение населения и в Минске.

С 1989 г. по 2020 г. сокращение численности населения наблюдалось во всех областях Беларуси, и только в Минске население выросло:

- Брестская - 138,1 тыс. чел. или - 9,3 %;
- Витебская - 276,6 тыс. чел. или - 19,6 %;
- Гомельская - 281,2 тыс. чел. или - 16,9 %;

Гродненская - 159,4 тыс. чел. или - 13,4 %;
 Минская - 102,6 тыс. чел. или - 6,5 %;
 Могилевская - 256,8 тыс. чел. или - 20,1 %;
 Минск + 413,5 тыс. чел. или + 25,7 %;

Соотношение численности мужчин и женщин по районам Беларуси зависит от занятости населения в связи со специализацией городов .

Динамика демографических показателей и депопуляция населения в Беларуси. Сокращение численности населения в Беларуси связано с основными демографическими показателями: рождаемость, смертность, естественный прирост, которые, в свою очередь зависят от числа браков и разводов. Если анализировать показатели естественного движения населения по результатам последних 7 переписей (таблица 6), то можно установить тенденции их изменения.

Таблица 6 – Динамика естественного движения населения Беларуси по результатам переписей, на 1000 человек

Показатель							
Естественный прирост, промилле							
Число родившихся на 1000 чел.							
Число умерших на 1000 человек							
Число браков							
Число разводов							

Как видно из таблицы на протяжении последних 70 лет рождаемость на территории Беларуси постоянно снижается с 25,3 на 1000 чел. до 9,3 на 1000 чел. Только перепись 2009 г. констатировала незначительное увеличение числа родившихся. Снижение рождаемости связано с разными факторами: экономическими, социальными, повышением уровня жизни и т.д.

Смертность за данный период наоборот повысилась с 7,7 до 14,2 на 1000 человек. Только последняя перепись показала небольшое снижение смертности. Увеличение смертности, несмотря на достижения медицины, объясняется, по нашему мнению, ростом доли населения пожилого возраста.

Снижение рождаемости и повышение смертности обусловили снижение естественного прироста населения с 17,6 промилле в 1959 г. до -4,9 промилле в 1999 г. Начиная с переписи 1999 г. все последующие показывают убыль населения от 2,7 до 4,9 на 1000 человек. Ухудшение демографических показателей объясняется и увеличением среднего возраста вступления в брак у мужчин до 28,3 лет к 2019 г., а у женщин – до 26 лет. Кроме того, Беларусь среди лидеров в Европе по количеству аборт, однако наблюдается тенденция их снижения с 260,8 тыс. в 1990 г до 23,3 тыс. в 2018 г.

Неблагоприятная демографическая ситуация в стране связана и с уменьшением количества браков и ростом числа разводов на протяжении всего анализируемого периода. Число браков составляло около 10 на 1000 жителей на протяжении длительного периода с 1959 по 1989 гг. Затем оно стало снижаться

и в настоящее время составляет около 6 на 1000 человек, а в 2020 г. и вовсе достигало минимального показателя – 5,4. Объясняется это снижением усложнением социально-политической ситуации в стране, началом эпидемии Covid, созданием семей без вступления в брак.

Число разводов за анализируемый период наоборот имеет тенденцию к росту. Если в 1959 году оно составляло 0,6 на 1000 чел., то в последние годы оно понизилось до 3,7 на 1000 чел.

К сожалению, показатели естественного движения населения Беларуси продолжают ухудшаться и в последние годы, несмотря на меры принимаемые государством для снижения остроты демографической проблемы и мероприятия, разрабатываемые в рамках Программы демографической безопасности. Начиная с 2020 года информация о естественном движении населения в Беларуси Национальным статистическим комитетом не дается.

Вывод: В Республике Беларусь сложилась и сохраняется в настоящее время сложная демографическая ситуация, проявляющаяся в естественной убыли населения, снижении рождаемости и росте смертности, деградации семьи, уменьшении брачности и росте разводимости.

Следует отметить, что проблема сокращения населения характерна для многих развитых стран Европы, особенно стран бывшего социалистического лагеря (Россия, Латвия, Венгрия, Украина, Сербия и др.) в которых естественная убыль населения составляет 0,2-0,5 %. Связано это в первую очередь с низкой рождаемостью, которая имеет тенденцию к уменьшению в последние годы.

Для примера можно привести пятерку стран с самыми высокими и самыми низкими показателями среднего количества детей, рожденных женщинами. Самое большое количество детей рождается в странах Африки: Нигер (7,03), Мали (6,25), Сомали (6,17), Уганда (6,06), Буркина-Фасо (6,0), а самое малое – в странах Европы и Азии: Украина (1,29), Литва (1,28), Босния и Герцеговина (1,25), Республика Корея (1,24), Германия (0,79). Средний мировой показатель составляет 2,47, а в Республике Беларусь – 1,46, что существенно ниже.

Миграция населения Беларуси. Численность населения и ее региональные изменения зависят от внешней и внутренней миграции. Внутренняя миграция в Республике Беларусь наиболее тесно связана с урбанизацией. Рост городского населения приводил к его перемещению из сельской местности в промышленные центры и наблюдался, начиная с послевоенных лет.

Наиболее сильно внутренняя миграция в Беларуси проявилась в столичном регионе - Минске и Минской области. Рост численности населения в Минске, в основном за счет внутренней миграции, наблюдался на протяжении всех послевоенных лет, благодаря чему в 2018 году Минск перешагнул черту в 2 млн. жителей. В 2020 году численность населения достигла максимума – 2,020 млн жителей, после чего начала снижаться и в 2022 г. вновь стала менее 2 млн.

Международная миграция на протяжении последних лет достаточно стабильная и не имеет выраженных трендов (Таблица 7).

Количество прибывших в страну довольно сильно колеблется по годам в зависимости от социально-экономической и политической обстановки в соседних странах. Большинство прибывших в Республику Беларусь из стран СНГ, прежде всего из России и Украины. Более стабильным является показатель выбывших из страны, так как он на протяжении анализируемого периода имеет тенденцию к увеличению. Сальдо миграции в Беларуси существенно изменяется по годам, однако до 2019 г. оно является положительным.

Таблица 7 – Международная миграция, 2012-2019 годы (количество человек)

Показатель	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Прибыло в страну	18040	19435	24941	28349	21038	18961	24601	34846
Выбыло из страны	8712	7792	9219	9855	13098	15087	15239	20976
Сальдо миграции	+9328	+11643	+15722	+18494	+7940	+3874	+9362	+13870

Начиная с 2020 г. Национальный статистический комитет Республики Беларусь не публикует сведения о статистических показателях по внешней миграции населения, однако по различным оценкам демографов, отчетов международным организациям количество выбывших из страны сильно возросло из-за политической ситуации в соседних странах. Особую тревогу вызывает тот факт, что страну покидает молодежь.

Проблема старения населения и изменения структуры трудовых ресурсов. Население любой страны мира по возрасту делится на 3 группы: молодежь трудоспособного возраста, трудоспособного возраста и старше трудоспособного возраста. В Республике Беларусь к населению трудоспособного возраста относятся мужчины в возрасте от 16 до 63 лет и женщины в возрасте от 16 до 58 лет.

Наибольшее значение для социально-экономического развития страны имеет население трудоспособного возраста, так как оно является основой трудовых ресурсов. К трудовым ресурсам относится трудоспособное население в трудоспособном возрасте, а также лица старше и моложе трудоспособного возраста занятые в экономике страны. Кроме того, в составе трудовых ресурсов выделяется занятое население и безработные, зарегистрированные в органах по труду, занятости и социальной защите.

Данные о динамике возрастного состава населения Беларуси приведены в таблице 8.

Анализируя возрастной состав населения Республики Беларусь с 1990 по 2022 годы можно сделать следующие выводы:

- сократилась численность детского населения в возрасте до 16 лет – их доля составила 18 % против 25 % в 1990 г., при этом в 2010 г. она снижалась до 16 %;

- численность населения трудоспособного возраста увеличилась на 2 % с 56 % до 58 %, однако в 2005-2010 годах ее доля повышалась до 62 %;

- доля лиц старше трудоспособного возраста увеличилась – на 5 % с 19 % до 24 %, при этом она в 2015 году повышалась до 26 %, а затем начала посте-

пенно снижаться, что объясняется неблагоприятной эпидемиологической ситуацией в стране и мире, связанной с COVID-19;

- доля лиц пенсионного возраста, начиная с 2010 года, на 6-7 % больше, чем детского населения;

- средний возраст населения Беларуси увеличился с 35,1 лет в 1990 году до 41,1 лет в 2022 году, при этом средний возраст мужчин вырос соответственно с 32,6 до 38,2 лет, а у женщин – с 37,4 до 43,3 лет.

Таблица 8 – Динамика возрастного состава населения Беларуси за период 1990-2022 гг., тыс.чел.

Показатель	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Численность населения	10190	10177	9957	9630	9481	9498	9410	9350	9256
Моложе трудоспособного возраста / %	2 495 25 %	2 350 23 %	1 989 20 %	1 615 17 %	1 513 16 %	1 641 17 %	1 686 18 %	1 679 18 %	1 665 18 %
Трудоспособного возраста / %	5 665 56 %	5 672 56 %	5 843 59 %	5 944 62 %	5 804 61 %	5 499 57 %	5 408 58 %	5 402 58 %	5 396 58 %
Старше трудоспособного возраста / %	2 030 19 %	2 155 21 %	2 125 21 %	2 071 21 %	2 164 23 %	2 358 26 %	2 316 25 %	2 269 24 %	2 195 24 %
Средний возраст	35,1	36,0	37,3	38,5	39,5	40,0	40,7	40,9	40,9
В т.ч. мужчин	32,6	33,5	34,7	35,9	36,7	37,2	38,0	38,1	38,2
женщин	37,4	38,2	39,5	40,8	41,8	42,4	43,1	43,3	43,3

На территории Беларуси наблюдается процесс *старения населения*, что является одним из проявлений демографической проблемы.

В соответствии с классификацией ООН население считается старым, если доля лиц в возрасте старше 65 лет составляет 7 % и более. В Беларуси доля этой части населения превысила 14,7 %, около 25 % населения относится к лицам старше трудоспособного возраста. Поэтому Республика Беларусь относится к странам со старым населением.

Возрастная пирамида Беларуси имеет регрессивный или убывающий тип. Такой тип пирамиды обычно характерен для высокоразвитых стран с высоким уровнем здравоохранения и образования граждан. Вследствие низкой рождаемости и смертности, население имеет высокую ожидаемую продолжительность жизни.

Важным показателем выступает ожидаемая продолжительность жизни. Он показывает среднее количество лет предстоящей жизни человека. То есть количество лет, которое теоретически может прожить человек, при условии, что текущие показатели рождаемости и смертности будут оставаться неизменными на протяжении всей жизни человека. Как правило, под "ожидаемой продолжительностью жизни" понимают ожидаемую продолжительность жизни при рождении, то есть в возрасте 0 лет.

В Республике Беларусь в последние годы намечается благоприятная тенденция ожидаемой продолжительности жизни. Если ожидаемая продолжительность жизни при рождении в 1985-86 гг. составляла 71,4 года (66,7 – для мужчин, 75,5 – для женщин), затем она сократилась в 1999 г. до 67,9 года (62,2 / 73,9), а в последующем снова стала расти. Средняя ожидаемая продолжитель-

ность жизни при рождении (для обоих полов) в Беларуси в 2022г. составила 71,2 (65,6 / 77,2 лет). Это выше средней ожидаемой продолжительности жизни в мире, которая находится на уровне около 71 года (по данным отдела народонаселения Департамента ООН по экономическим и социальным вопросам).

Ожидаемая продолжительность жизни для сельского населения на 4 года ниже, чем городского, а продолжительность жизни женщин на 11 лет больше, чем мужчин.

Коэффициент демографической нагрузки показывает нагрузку на общество и экономику со стороны населения, не относящегося к трудоспособному населению (зависимая часть населения). Под населением, не относящимся к трудоспособному, понимают суммарное население младше 15 лет и население старше 64 лет. Возраст населения трудоспособного возраста (производительная часть населения), соответственно, между 15 и 65 годами. Коэффициент демографической нагрузки напрямую отражает финансовые расходы на социальную политику в государстве. Например, при увеличении данного коэффициента, должны быть увеличены расходы на постройку образовательных учреждений, социальную защиту, здравоохранение, выплаты пенсий и т.д.

Для Беларуси коэффициент общей демографической нагрузки равен 39.4 %. Значение в 39.4 % - относительно низкое. Оно показывает, что численность трудоспособного населения более чем в два раза превышает численность населения нетрудоспособного возраста. Такое отношение создаёт относительно низкую социальную нагрузку для общества.

Коэффициент потенциального замещения (коэффициент детской нагрузки) рассчитывается как отношение численности населения ниже трудоспособного возраста к численности трудоспособного населения. В Республике Беларусь он равен 19,8 %.

Коэффициент пенсионной нагрузки рассчитывается как отношение численности населения выше трудоспособного возраста к численности трудоспособного населения. В Беларуси он составляет 19,6 %.

Проблема заболеваемости и смертности населения Беларуси. Старение населения в Беларуси, увеличение доли лиц пенсионного возраста обусловили рост смертности, который наблюдается в стране, несмотря на достижения медицины. Если посмотреть, как изменяется данный показатель по возрастным группам, то можно отметить увеличение смертности в группах населения пожилого возраста (Таблица 9).

Анализируя таблицу можно сделать следующие выводы:

- благодаря вниманию со стороны государства и развитию медицины удалось снизить детскую смертность в возрасте до 5 лет с 7,6 чел./1000 чел. в 1970 г. до 0,5 чел./1000 чел. в 2019 г. и детскую смертность (5-19 лет) с 1,8 до 0,6 чел./1000 чел. за те же годы;

- в возрастных группах от 20 до 49 лет смертность относительно невелика и имеет тенденцию к снижению, однако на ее оказывает влияние социально-экономическая ситуация в стране, о чем свидетельствует увеличение смертности в 2000 г., когда наблюдался кризис, связанный с развалом СССР;

- начиная с возраста 50 лет наблюдается существенное увеличение смертности, которое продолжается в каждой из последующих групп;
- увеличение смертности в группе более 70 лет говорит об успехах медицины и росте продолжительности жизни, а не росте заболеваемости.

Таблица 9 – Динамика смертности в Беларуси по возрастным группам (на 1000 чел.)

Возрастная группа, лет	1970	1980	1990	2000	2010	2015	2019
0 - 4	7,6	4,2	2,8	2,5	1,1	0,8	0,5
5 - 19	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1	0,6	0,6
20 - 29	3,2	3,1	3,0	3,9	2,9	1,8	1,2
30 - 39	4,9	6,1	5,0	7,0	6,7	4,3	3,6
40 - 49	8,1	11,6	11,2	13,7	13,2	9,2	9,2
50 - 59	16,3	20,5	23,2	29,8	27,3	19,9	20,0
60 - 69	38,2	42,5	45,4	58,2	55,3	43,3	42,8
Более 70	68,8	73,8	84,7	80,6	79,6	78,8	76,3

В последние годы 2021-2023 смертность в старших возрастных группах существенно выросла из-за эпидемии COVID-19, однако, начиная с 2020 г. официальная статистика не публикуется.

Важным с экологической точки зрения является и установление динамики причин смертности (Таблица 10).

Таблица 10 – Смертность в Беларуси по основным классам причин, 2005-2019 гг. (на 100 тыс. чел.)

Причины смерти	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Инфекционные и паразитарные болезни	15,9	12,5	8,3	8,1	7,7	7,3	7,0
Новообразования	192,2	194,3	186,6	188,7	196,8	198,7	204,8
Система кровообращения	820,3	778,7	700,3	694,0	697,7	718,0	754,1
Органы дыхания	54,7	37,3	19,7	19,0	19,9	23,5	25,2
Органы пищеварения	44,2	55,3	38,0	37,0	35,9	38,9	43,9
Внешние причины	174,5	150,5	92,5	87,4	83,7	84,5	83,7
Всего	1467,9	1444,9	1264,8	1256,4	1256,1	1265,9	1279,2

Анализ представленной таблицы позволяет сделать выводы:

- наибольшая смертность в стране в последние годы связана с заболеваниями системы кровообращения, что связано со снижением физической активности населения,
- намечался тренд на снижение смертности по большинству причин до 2016 г., однако в последние годы вновь наблюдается рост;
- наблюдается стабильное сокращение смертности от инфекционных и паразитарных болезней;
- вызывает тревогу рост смертности от новообразований, что объясняется в первую очередь старением населения;

- стабильно снижается показатель смертности от внешних причин, что свидетельствует о повышении условий труда, улучшении ситуации на автодорогах, стабилизации социальной обстановки.

Заболеваемость населения Беларуси до 2020 г. была стабильной. Число посещений врача на 1 жителя существенно выросло с 9,9 в 1990 г. до 13,5 в 2019 г. , однако это свидетельствует не о росте заболеваемости, а о доступности медицины. Подавляющее количество заболеваний связано с болезнями органов дыхания, однако выраженной динамики этих заболеваний в последние годы не выявлено. Достаточно часто встречаются заболевания костно-мышечной системы, глаз, кожи, мочеполовой системы, системы кровообращения. На высоком уровне сохраняется травматизм, однако он имеет тенденцию к снижению и поддерживается за счет бытовых травм, а не производственных.

Особую тревогу вызывает рост заболеваемости онкологического характера, что объясняется не ухудшением экологического состояния территории, а совершенствованием средств диагностики и старением населения (Таблица 11).

Таблица 11 – Заболеваемость населения злокачественными новообразованиями, 1990-2019 гг.

Показатель	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Выявлено пациентов на 100 тыс.чел.							573
Мужчин							607
Женщин							542
Состоит на учете на 100 тыс.чел.							3350

Если рассматривать заболеваемость новообразованиями по возрастным группам, то можно отметить ее рост по основным возрастным группам в %:

- моложе 30 лет – 1,7 %
- 30-39 лет – 3,3 %
- 40 -49 лет – 7,4 %
- 50 – 59 лет – 20 %
- 60 лет и старше – 67,6 %.

1.2. Региональные геоэкологические проблемы Беларуси.

1.2.1. Проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды в результате аварии на ЧАЭС.

Общие сведения об аварии на Чернобыльской АЭС. 26 апреля 1986 г. произошла крупнейшая авария на Чернобыльской АЭС, в результате которой появилась региональная геоэкологическая проблема, по охвату территории и силе воздействия на окружающую среду превосходящая другие катастрофы.

Площадь радиоактивного загрязнения цезием-137 составила более 200 тыс. км², а в пределах 17 стран Европы есть территории с плотностью загрязнения свыше 37 кБк/м²: Швеция, Финляндия, Австрия, Норвегия, Италия, Греция, Румыния, Швейцария, Словения, Польша, Германия, Чехия, Словакия, Великобритания.

Суммарный выброс радиоактивных веществ в атмосферу при этом составил 77 кг. Для сравнения, при взрыве атомной бомбы над Хиросимой было выброшено 740 г радионуклидов.

Около 70% выбросов радиоактивных веществ пришлось на территорию Беларуси. Среди наиболее пострадавших стран также Россия и Украина.

Наибольшее негативное влияние на население и окружающую среду имели короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада в несколько недель: йод-131, барий-140, лантан-140 встречались практически по всей Беларуси и во многих странах Европы.

Долгоживущие радионуклиды с периодом полураспада в десятки лет цезий-137 (30,1 год), стронций-90 (28,5 лет) выпали на территории обширного региона в пределах Беларуси, России и Украины. Наиболее долгоживущие изотопы плутония (от 86,4 до 24 110 лет) и америция (433 года) локализовались в непосредственной близости к реактору.

Выпадения йода -131 были зафиксированы практически на всей территории Беларуси (Рисунок 1).

В трёх районах страны (Брагинский, Хойникский, Наровлянский) плотность загрязнения превысила 37 тыс. кБк/м², в Чечерском, Кормянском, Буда-Кошелевском, Добрушском, Ветковском районах она составила более 18 тыс. кБк/м².

Плотность загрязнения цезием-137 более 1 Ки/км² (37 кБк/м²) была зафиксирована на 149,7 тыс. км². В силу преобладающих направлений ветров в первые дни после аварии, наиболее пострадавшей стала Беларусь где выпали радионуклиды на 46,5 тыс. км², что составляет 23 % площади страны.

Повышенное содержание йода-131, в первые дни после аварии фиксировалось на огромной территории, включая страны Балтии и Скандинавского полуострова, Польшу, Венгрию, Грузию и другие страны.

В Украине площадь территории, загрязненной цезием-137 незначительно уступает Беларуси: 43,5 тыс. км² или 7 % территории страны, а в России она наибольшая 59,7 тыс. км², однако это только 1,5 %.

Плотность загрязнения цезием-137 – в 30-км зоне составила от 37 000 кБк/м² до 185 кБк/м², а в деревнях Крюки Брагинского района и Чудяны Чериковского района она превысила 59 000 кБк/м².

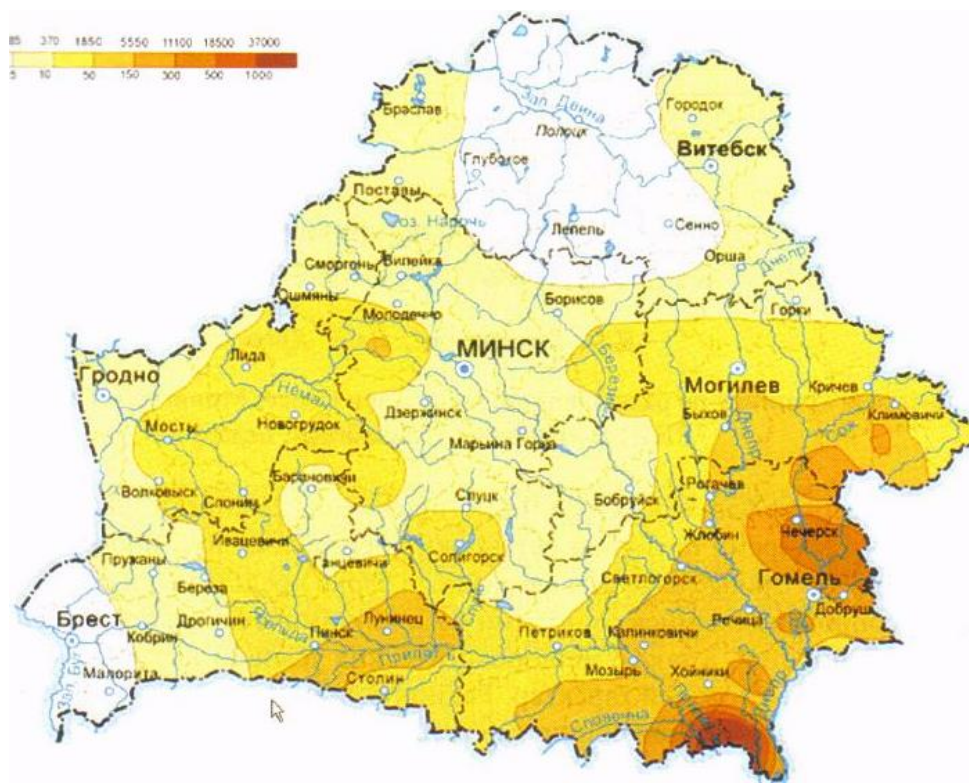


Рисунок 1 – Реконструкция пространственного распределения йода-131 на территории Беларуси по состоянию на 10 мая 1986 г.

Около 70 % радиоактивных продуктов выпало в Беларуси, где проживало свыше 2 млн человек. Радионуклидами оказались загрязнены более 70 % Гомельской и 36 % Могилёвской областей.

В прилегающих к месту аварии Брагинском, Хойникском и Наровлянском районах плотность загрязнения цезием-137 превысила 40 Ки/км².

Высокая плотность загрязнения на границе Гомельской и Могилёвской областей (Ветковский, Чечерский, Кормянский, Краснопольский, Чериковский, Славгородский районы).

От 1 до 5 Ки/км² составила плотность загрязнения в городах Гомель, Мозырь, Жлобин, Рогачёв, Речица, Буда-Кошелёво, Быхов, Калинковичи, Добруш и др.

В зависимости от плотности загрязнения и эффективной дозы облучения населения в Беларуси выделились следующие зоны радиоактивного загрязнения:

- зона отчуждения (30-километровая зона эвакуации населения) с плотностью загрязнения стронцием-90 свыше 3 Ки/км² и плутония-238, 239, 240 более 0,1 Ки/км²;

- зона первоочередного отселения с плотностью загрязнения цезием более 40 Ки/км², стронцием-90 – более 3 Ки/км², плутония-238, 239, 240 более 0,1 Ки/км²;

- зона последующего отселения с плотностью загрязнения цезием 15-40 Ки/км², стронцием-90 – 2-3 Ки/км², плутония-238, 239, 240 0,05-0,1 Ки/км²;

- зона с правом на отселение с плотностью загрязнения цезием 5-15 Ки/км², стронцием-90 – 0,5-2 Ки/км², плутония-238, 239, 240 0,02-0,05 Ки/км²;

- зона проживания с периодическим радиационным контролем с плотностью загрязнения цезием 1-5 Ки/км², стронцием-90 – 0,15-0,5 Ки/км², плутония-238, 239, 240 0,01-0,02 Ки/км².

В зависимости от плотности загрязнения территории постановлением Совета Министров Республики Беларусь ежегодно утверждается перечень населенных пунктов, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения.

В 2001 г. загрязнение более 1 Ки/км² (37кБк/м²) фиксировалось в 2876 населенных пунктах, из них 41 город и поселок городского типа. Население, проживающее на загрязненной территории составляло около 1,6 млн чел.

По состоянию на 2021 год в зоне радиоактивного загрязнения осталось 2022 населенных пунктов, в том числе в Гомельской области – 1133, в Могилевской – 660, в Брестской – 94, в Минской – 69 и в Гродненской – 66.

По прогнозу к 2035 году общее количество населенных пунктов в зоне радиоактивного загрязнения сократится до 1567. Однако, следует отметить, что 120 населенных пунктах загрязненных изотопами плутония-238, 239, 240 с периодом полураспада в несколько тысяч лет практически навечно останутся в зоне загрязнения.

За 15 лет площадь земель, загрязненных радионуклидами уменьшилась на 3 %. Более существенное сокращение загрязненных земель произошло за 25 лет после аварии (Рисунок 2).

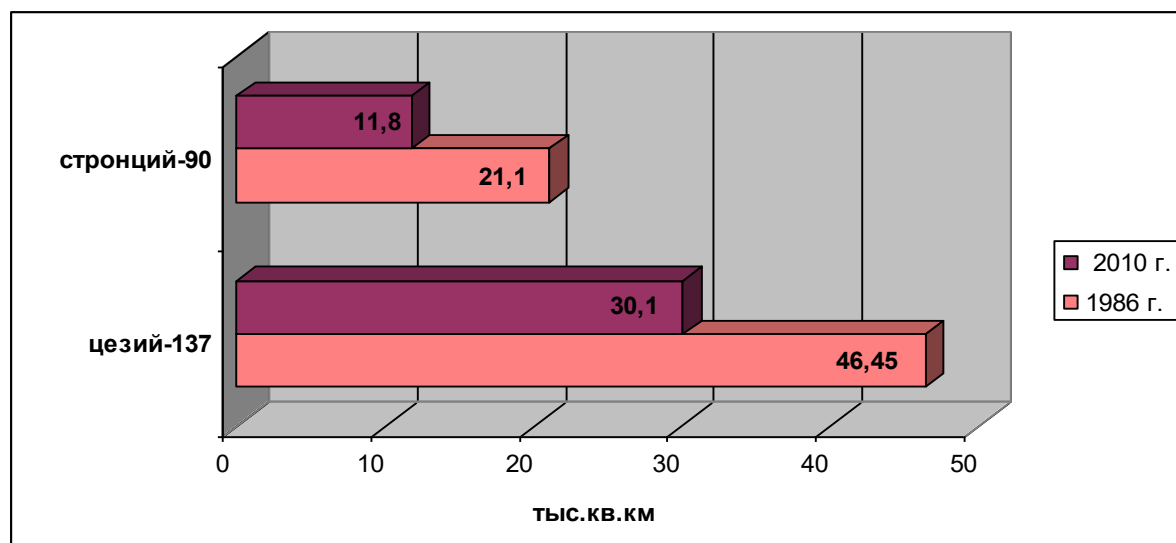


Рисунок 2 – Изменение площадей загрязнения территории Беларуси за 25 лет после аварии.

Изменение площадей загрязнения территории Беларуси цезием -137 и стронцием-90 в настоящее время более заметны, так как произошел процесс полураспада.

К 2020 г. площадь загрязнения территории Беларуси цезием -137 сократилась в 1,8 раза с 46,5 тыс. км² до 25 тыс. км², что составляет около 54 % от уровня 1986 г.

Площадь загрязнения цезием - 137 сельскохозяйственных земель сократилась с 1 866 тыс. га в 1986 г. до 825,4 тыс. га (около 10 % сельскохозяйственных земель страны) в 2021 г и составила 45 % от уровня 1986 г. Однако сельскохозяйственное производство ведется на 15 тыс. га земель с плотностью загрязнения цезием -137 от 15 до 40 Ки/км².

Площадь загрязненных цезием -137 лесов в 2021 г составила 1538,9 тыс. га, 16,2 % лесного фонда.

Вывод: В результате аварии на ЧАЭС Беларусь объявлена зоной экологического бедствия и ещё на протяжении многих десятилетий будет сохранять статус экологически неблагоприятной территории.

Радиационная обстановка на территории Беларуси стабильная, идет снижение доз облучения за счет физических процессов радиоактивного распада радионуклидов и проведения защитных мероприятий, однако существуют риски ухудшения радиационной обстановки во время пожаров, производства загрязненной сельскохозяйственной продукции и заготовки загрязненной лесной продукции.

Воздействие радиоактивного загрязнения на природные компоненты.
Воздействие на почвенный покров. В настоящее время проводится радиационный мониторинг почв на сети из 60 реперных площадок и 10 ландшафтно-геохимических полигонов.

Установлено, что накопление радионуклидов растениями зависит от свойств почв, типа загрязнения (радионуклидный состав), биологических особенностей растений, особенностей ведения сельскохозяйственного производства, время после выпадения.

По сравнению с 1986 г. содержание радионуклидов в почвах за 35 лет сократилось примерно на 45 % по причине естественного распада радионуклидов.

Установлено снижение подвижности цезия-137 вследствие перехода в необменно-поглощенное состояние, что привело к снижению его доступности для растений в 10-12 раз.

На горизонтальный перенос радионуклидов оказывает влияние рельеф и процессы водной эрозии. Плотность загрязнения возрастает с увеличением интенсивности водной эрозии и существенно увеличивается в зоне аккумуляции, по сравнению с зоной смыва.

Основной механизм вертикальной миграции – диффузия. С помощью квазидиффузионной модели рассчитана линейная скорость вертикальной миграции для 6 наиболее распространенных типов почв. В первые годы после аварии линейная скорость вертикальной миграции составляла от 0,4 до 1,2 см/год в зависимости от типа почв. В настоящее время средняя скорость миграции вглубь

почвы снизилась до 0,2-0,35 см в год, следовательно, практически не существует угроза загрязнения водоносных горизонтов. Прогнозируется стабилизация скорости вертикальной миграции на данном уровне. В настоящее время глубина проникновения радионуклидов цезия-137 составляет 15-25 см, а к 2035 году прогнозируется ее увеличение до 20-29 см, в зависимости от типа почв.

Основная доля радионуклидов цезия-137 в почвах находится в связанной форме в 10 см для автоморфных почв и в 12-16 см для полугидроморфных. У аллювиальных почв наблюдается заглубливание загрязненного слоя за счет аккумуляции речного аллювия на поверхности почвы.

Доля доступных для растений форм цезия-137 на глинистых и суглинистых почвах – 5 %, а на супесчаных, песчаных и торфяных почвах – 10-20 %; стронция-90 – в дерново-подзолистых почвах около 70 %, в торфяно-болотных – 50 %; плутония и америция – 10-13 %.

Вывод: На территории Беларуси, Украины и России сформировался огромный запас малоподвижных радионуклидов (прежде всего цезия-137 и стронция-90) в верхних горизонтах почв, которые на многие десятилетия будут лимитировать проведение сельскохозяйственных работ, нанося тем самым значительный экономический и экологический ущерб.

Воздействие на поверхностные и подземные воды. Радионуклиды выпали прежде всего в пределах водосборных бассейнов Днепра, Припяти и Сожа.

Радиационный мониторинг загрязнения поверхностных вод проводится на 6 реках: Днепр (Речица), Припять (Мозырь), Сож (Гомель), Ипуть (Добруш), Беседь (Светиловичи), Нижняя Брагинка (Гдень).

В первые годы после аварии смыв радионуклидов, находящихся на поверхности почвы был наиболее значимым вторичным источником загрязнения экосистем. Вынос радионуклидов водотоками в составе твердого и жидкого стока и естественный полураспад радионуклидов обусловили существенное снижение загрязнения вод. Среднегодовые уровни цезия-137 на контролируемых реках к 2020 году снизился на Днепре в 20 раз, Припяти – в 125 раз, Соже – в 130 раз, Ипути – в 120 раз, Беседи – в 30 раз. Разная величина снижения уровня загрязнения объясняется особенностями рельефа и почвенного покрова водосборов.

Доля выноса радионуклидов поверхностными водами в очистке загрязненных водосборов составляет от 2 до 6 % от естественного распада.

За счет естественного распада, седиментации взвесей на дно водоемов и водного переноса концентрации цезия в реках уменьшились, но превышает до-аварийные уровни. В слабопроточных водоемах (старицах, мелиоративных системах) объемная активность цезия-137 и стронция-90 в поверхностных водах превышает санитарно-гигиенические ПДК. В Республике Беларусь эти нормативы составляют 10 Бк/л для цезия-137 и 0,37 Бк/л для стронция-90. В донных отложениях отдельных озер достигают 49 000 Бк/кг.

Существенный смыв радионуклидов наблюдается сейчас только на водосборах, полностью или частично расположенных в пределах 30-й зоны ЧАЭС. Радиационная обстановка стабильная за исключением р. Нижняя Жабинка. Не-

которое увеличение содержания в водотоках радионуклидов (особенно стронция) наблюдается во время половодья и паводков.

С водами рек Сож, Ипуть и Беседь на территорию Беларуси поступают радионуклиды из России (трансграничный перенос менее 1 % от их общих запасов в пределах водосборов). Несколько большее количество радионуклидов выносятся с территории Беларуси на Украину с трансграничным переносом рек Припять и Днепр.

В пределах контролируемых скважин подземных вод, расположенных вблизи загрязненных радионуклидами населенных пунктов изотопы цезия-137 и стронция-90 не обнаружены. Отсутствие загрязнения подземных вод объясняется низкой вертикальной скоростью миграции радионуклидов.

Воздействие на атмосферный воздух. Радиационный мониторинг атмосферного воздуха проводится на 41 метеостанциях. Ежедневно измеряется мощность экспозиционной дозы гамма-излучения (МЭД). На 24 установках определяются радиоактивные выпадения из атмосферного воздуха.

К настоящему времени уровень МЭД по сравнению с апрелем 1986 года уменьшился в Брагине в 470 раз, в Мозыре и Славгороде – в 80 раз, в Пинске – в 70 раз и т.д.

Интенсивность снижения уровней МЭД зависит от изотопного состава выпадений, а также от климатической характеристики года.

По уровню загрязнения атмосферного воздуха в настоящее время контролируемые метеостанции можно разбить на 2 группы:

1 группа: Брагин, Наровля, Славгород, Хойники, Чечерск - уровни МЭД на протяжении последних лет превышают естественный фон (более 20 мкР/ч);

2 группа: Лельчицы, Мозырь, Слуцк, Василевичи, Жлобин, Гомель, Новогрудок, Костюковичи, Щучин, Витебск, Горки, Полоцк, Лида, Орша, Житковичи, Минск, Могилев, Воложин, Пинск, Бобруйск и др. – с низкими значениями МЭД (до 20 мкР/ч).

Уровни МЭД в Брагине в первые годы достигали 90 мкР/ч, в Наровле 70 мкР/ч. Максимальные единичные уровни МЭД даже спустя 15-20 лет в Брагине достигали 99 мкР/ч, а в Наровле – 79 мкР/ч.

В областных городах среднегодовой уровень МЭД – в пределах от 10 до 15 мкР/ч, что соответствует естественному радиационному фону.

В Лельчицах и Мозыре уровень МЭД близок к 20 мкР/ч и единичные случаи превышения естественного фона после 2000 г.

Вывод: На большей части территории страны изменения естественного радиационного фона в воздухе не фиксируются. Радиоактивное загрязнение воздушных масс фиксируется только в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС и прилегающих к ней территорий.

Наблюдается незначительное и кратковременное увеличение объемной активности радионуклидов во время проведения сезонных сельскохозяйственных работ и во время лесных пожаров.

Воздействие на растительность и животный мир. Более 20 тыс. км² лесов Беларуси имеют плотность загрязнения цезием-137 свыше 37 кБк/м².

По расчетам ученых 80 % всех радиоактивных выпадений задержано надземными частями древесных растений. Затем кроны деревьев постепенно самоочищались, однако возросло корневое поступление радионуклидов в фитомассу деревьев, которая содержит 5-7 % общего запаса цезия-137 в лесных массивах.

По прогнозам к 2035 году доля радионуклидов в наземной фитомассе увеличится до 10-15 %, что создаст дополнительные проблемы в лесном хозяйстве.

Растительность устойчива к радиационному загрязнению, поэтому внешних изменений в растениях на загрязненной территории за более чем 30-летний период не выявлено.

Только в непосредственной близости от разрушенного реактора с плотностью загрязнения свыше 37 000 кБк/м² наблюдаются: асимметрия и курчавость листьев, искривления и утолщения стеблей, карликовость и гигантизм, кустистость и усиление роста боковых побегов, «рыжий лес» и разрывы хромосом.

У растений и животных за 30 лет не выявлено мутаций и заметных заболеваний.

Прекращение хозяйственной деятельности приводит к росту численности птиц и млекопитающих (волка почти в 5 раз), ряда редких видов животных, отмечена популяция лошади Пржевальского, лесной кот. В болотах возросло видовое разнообразие и численность земноводных и пресмыкающихся, болотных и луговых птиц.

В загрязненной зоне обострилась паразитологическая ситуация из-за увеличения численности кровососущих насекомых, паразитов птиц и мелких млекопитающих.

Воздействие на здоровье человека. Воздействие на здоровье человека осуществляется в первую очередь через воздействие на продукты. Содержание радионуклидов в продуктах питания, получаемых в лесу (грибы, ягоды, орехи), на охоте и рыбной ловле, многократно превышает ПДК даже на территориях с незначительной плотностью загрязнений – до 37 кБк/м².

Концентрация цезия-137 в свежих грибах и ягодах достигает 20 тыс. Бк/кг, в сухих грибах до 150 тыс. Бк/кг, в мясе промысловых животных – 250 тыс. Бк/кг, у рыбы – 300 тыс. Бк/кг, что в сотни раз превышает ПДК. Запрет на сбор ягод и грибов, обязательный контроль мяса промысловых животных и рыбы на загрязненной территории будет сохраняться долгие годы, несмотря на естественный распад радионуклидов, так как они могут накапливаться локально до очень высокого уровня.

Вклад продуктов в формирование доз внутреннего облучения для значительной части населения, проживающего в загрязнённых районах, достигает 70-80 %. Облучение в малых дозах составляет до 80 % дозы, ожидаемой за всю жизнь.

Наиболее острая ситуация с заболеваниями населения у возрастной группы 1-3 года на момент аварии. У жителей 214 населенных пунктов по данной возрастной группе отмечено превышение накопленной дозы на весь организм в 200 мЗв, а в 968 населенном пункте – более 70 мЗв.

Суммарная накопленная эффективная доза облучения состоит из различных радионуклидов, вклад которых существенно различается:

- около 80 % – радионуклиды йода-131, который вызывает заболевания щитовидной железы;

- 15 - 18 % – цезий-137;

- от 1 до 4 % – радионуклиды стронция;

- менее 1 % – трансураниевые элементы.

Заболеваемость раком щитовидной железы. С 1990 г. в Беларуси регистрируется рост заболеваемости раком щитовидной железы, особенно среди детей. По сравнению с доаварийным периодом количество случаев рака щитовидной железы после чернобыльской аварии возросло среди детей в 33,6 раза, среди взрослых в зависимости от возрастных групп - в 2,5-7 раз. Наибольшее число случаев рака щитовидной железы выявляется среди жителей Гомельской и Брестской областей. За период после аварии выявлено около 2500 случаев рака щитовидной железы среди лиц, облученных в возрасте до 18 лет. Пик заболеваемости детей пришелся на 1995-1996 гг., когда она увеличилась в 39 раз по сравнению с 1986 г.

Научно доказана связь заболеваемости раком щитовидной железы и облучением короткоживущим йодом-131.

Очевидна ошибка, допущенная в первые дни после аварии, когда незамедлительно нужно было проводить йодную профилактику населения.

Летальность от рака щитовидной железы не превышает 1 %, однако серьезные отклонения в состоянии здоровья, необходимость применения гормональных препаратов значительно снижают качество жизни этой части населения.

Лечение больных раком щитовидной железы включает оперативное вмешательство (тотальная тиреоидэктомия с шейной диссекцией), радиойодтерапию для аблации остатков тиреоидной ткани и лечения метастазов, супрессивную терапию L-тироксином и последующую реабилитацию. Применение комплексного лечения позволило добиться для больных раком щитовидной железы детей и подростков уровня летальности 0,3 %.

Более чем в 6 раз возросла заболеваемость раком щитовидной железы и у взрослого населения примерно с 2 случаев на 100 000 населения в 1986 г. до почти 13 случаев в 2007 г.

Из-за малого времени научно не доказана прямая связь между увеличением заболеваемости злокачественными новообразованиями органов и аварией на ЧАЭС. У ликвидаторов наблюдается опережающий рост (примерно на 23 %) заболеваемости легкого, мочевого пузыря, кожи и желудка.

У женщин, на загрязненных радионуклидами территориях, на 25 % увеличен риск заболеть раком молочной железы. При этом отмечается «омоложение» пика данной болезни почти на 15 лет с возрастной группы 70-74 года, до 55-59 лет у женщин, проживающих в загрязненных районах.

Отмечается также увеличение заболеваемости неонкологической природы (прежде всего болезни системы кровообращения).

По сравнению с доаварийным уровнем почти в 2 раза увеличилось количество зарегистрированных врожденных пороков развития, однако нельзя говорить о статистической достоверности и доказанной связи их роста с загрязнением радионуклидами.

Авария на ЧАЭС способствовала формированию у населения устойчивого психологического дискомфорта, неадекватного восприятия радиационного риска.

Выводы и ошибки:

Ключевые меры защиты населения при радиоактивном загрязнении территории: укрытие, эвакуация, йодная профилактика.

1. Не было дано указаний об укрытии населения.

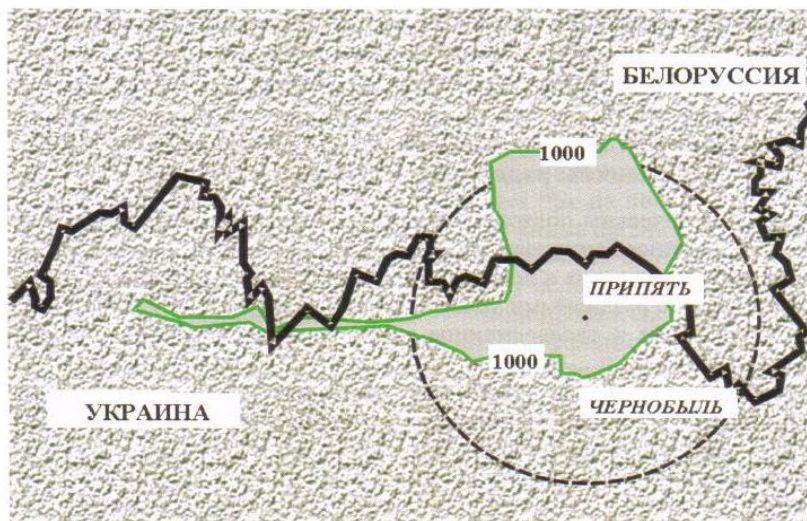
Укрытие населения в 3-10 км от ЧАЭС сразу после аварии могло бы дать эффект порядка 100 чел.-Зв;

2. В течении первых 2 суток было эвакуировано около 50 тыс. чел. (г. Припять, ж/д. ст. Янов). Следующие 10 суток – еще 50 тыс. чел. (г. Чернобыль, и с/х население в 30-км зоне). Май-июнь и август-сентябрь – еще по 8 тыс. чел за пределами 30-км зоны. В общей сложности в Беларуси эвакуировано – 24 725 чел. Из них получили дозу выше 250 мЗв – 160 человек. По расчетам экспертов без эвакуации – было бы 2700 человек.

3. Йодная профилактика:

Существенная задержка в принятии решения об оповещении населения, обеспечение препаратами йода, отсутствие этапности и приоритета проведения йодной профилактики, привели к ее низкой эффективности.

По мнению медиков двухкратный прием йода в течении первого месяца после аварии снизил бы накопленную дозу в 2,3 раза и не привёл бы к росту заболеваемости щитовидной железы в так называемой зоне экстренной профилактики (Рисунок 3).



--- изолиния выпадений Йода-131 1000 Ки/км² (37 МБк/м²) по состоянию на 27 апреля 1986 г.

Зона экстренной йодной профилактики в районе аварии на ЧАЭС.

Воздействие на экономику. Авария на ЧАЭС привела к колоссальному экономическому ущербу, структура которого рассчитана экономистами и представлена на рисунке 4.



Суммарный ущерб Беларуси, нанесенный аварией на ЧАЭС.

Ущерб был нанесен многим отраслям хозяйственного комплекса Беларуси, в первую очередь сельскому хозяйству. Радиоактивному загрязнению с плотностью выше 37 кБк/м² по цезию-137 подверглось более 1,8 млн га сельскохозяйственных земель, что составляет почти 20 % от их площади в Республике Беларусь.

Более 265 тыс. га сельскохозяйственных угодий из них были выведены из сельхозоборота, в т. ч. в Гомельской области – 218,3 тыс. га, Могилевской – 47,0 тыс. га. Было ликвидировано 54 колхоза и совхоза, а ежегодный ущерб в связи с этим составил более 700 млн долларов. Ежегодный недобор растительной продукции составил более 640 тыс. кормовых единиц, более 250 тыс. т молока и почти 25 тыс. т мяса.

По мнению экспертов авария на ЧАЭС признана «сельской» проблемой, благодаря следующим факторам:

- регион аварии относится к зоне интенсивного сельскохозяйственного производства, в котором аграрный сектор является одним из ведущих в экономике;
- загрязненные территории преимущественно являются землями сельскохозяйственного назначения;
- потребление сельскохозяйственной продукции является одним из ведущих источников дополнительного облучения населения;
- дозы облучения сельских жителей в регионе аварии в 1,3-4,0 раза выше, чем у горожан.

Даже после 20 лет, прошедших после аварии около половины административных районов Беларуси характеризуются наличием сельскохозяйственных земель, загрязненных в разной степени цезием-137 и около 20 районов, загрязненных стронцием-90.

В зоне загрязнения оказались 132 месторождения различных видов минерально-сырьевых ресурсов, в том числе: 47 % промышленных запасов формовочных, 19 % строительных, 91 % стекольных песков; 20 % запасов мела; 13 % запасов глин для производства кирпича, 40 % тугоплавких глин; 65 % запасов строительного камня, 16 % цементного сырья.

Из пользования выведено 22 месторождения минерально-сырьевых ресурсов, балансовые запасы которых составляют: 5 млн м³ строительного песка, ПГС и глин, 7,7 млн т мела, 13,5 млн т торфа. Из планов проведения геолого-разведочных работ исключена территория Припятской нефтегазоносной области, ресурсы которой оценены в 52,2 млн т нефти.

В зоне загрязнения находится 340 промышленных предприятий, условия функционирования которых существенно ухудшились. В связи с отселением жителей из наиболее пострадавших районов, деятельность ряда промышленных предприятий и объектов социальной сферы прекращена.

Другие же несут большие потери и продолжают терпеть убытки от снижения объемов производства, неполной окупаемости средств, вложенных в здания, сооружения, оборудование, мелиоративные системы.

Загрязнены 1685 тыс. га лесов, относящихся к 53 из 95 лесхозов страны, так как около 70 % радионуклидов выпали на лесные земли. Запасы спелой и перестойной древесины в лесах с плотностью загрязнения цезием-137 более 555 кБк/м² в настоящее время достигли 3,5 млн м³.

Введены ограничения в лесопользование в Гомельской и Могилевской областях с высокой плотностью загрязнения радионуклидами. Запрещён сбор ягод и грибов в лесах на площади свыше 2 млн га.

Пути решения и основные проблемы преодоления последствий аварии. Проведенная оценка ущерба не является окончательной, поскольку причинно-следственные связи, отражающие воздействие радиоактивного загрязнения территории на различные стороны жизнедеятельности, достаточно сложны.

Наука пока не располагает полной и окончательной информацией о медико-биологических, социальных и экологических последствиях чернобыльской катастрофы.

В Республике Беларусь, начиная с 1993 г., реализованы 3 Государственные программы преодоления последствий катастрофы на ЧАЭС и начато выполнение четвертой. Ежегодные затраты на чернобыльские программы в республике составили от 17 до 5 % от республиканского бюджета.

По всем направлениям преодоления последствий аварии создана нормативная правовая база, однако она требует совершенствования с учетом международных рекомендаций.

Около 1,5 млн. жителей Беларуси ежегодно проходят углубленное медицинское обследование, благодаря чему заметного ухудшения здоровья у местного населения и ликвидаторов за тридцатилетний период не зафиксировано.

Практически завершено переселение около 135 тысяч человек из наиболее загрязненных районов республики. Для переселенцев построено около 4,6 млн м² жилья.

На базе 30-километровой зоны ЧАЭС создан Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, для научного обеспечения работ по преодолению последствий чернобыльской катастрофы организованы научно-исследовательские институты и центры с современной приборной базой.

Острая проблема - нехватка средств. На преодоление ущерба, оцененного в 32 среднегодовых бюджета 1985 года, направлено менее двух или около 17 млрд долларов.

Получение соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам продукции на загрязненных землях возможно только при соблюдении рекомендаций и ограничений, разработанных учеными.

Разработан прогноз вывода населенных пунктов из состава загрязненных (Рисунок 5).

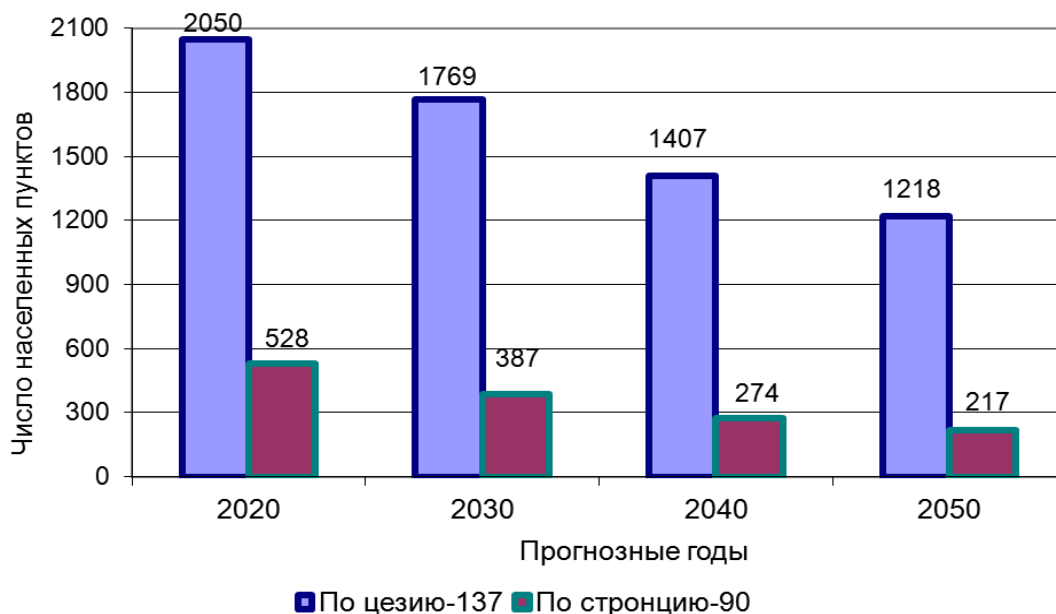


Рисунок 5 – Прогноз изменения количества населенных пунктов с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr выше значений, определяющих отнесение их к зонам радиоактивного загрязнения.

Стратегическая задача, связанная с разработкой Национальной стратегии устойчивого развития до 2035 года предполагает дальнейшее снижение риска неблагоприятных последствий для здоровья граждан, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС, и содействие переходу от реабилитации территорий к их устойчивому социально-экономическому развитию при безусловном обеспечении требований радиационной безопасности.

Разработаны основные направления государственной политики на территории радиоактивного загрязнения.

Актуальные задачи:

1. Обеспечение радиационной защиты населения

Радиационная обстановка в ряде пострадавших регионов остается сложной. Существуют населенные пункты, где среднегодовые эффективные дозы дополнительного облучения населения за счет чернобыльских выпадений превышают 1 мЗв, что требует дальнейшего проведения превентивных мер. Особого внимания требуют существующие даже в относительно благополучных населенных пунктах т. н. критические группы населения, для которых доза облучения может значительно превышать значение 1 мЗв.

2. Обеспечение производства продукции, отвечающей республиканским и международным нормам, на территории радиоактивного загрязнения площадью около 1 млн га сельскохозяйственных земель.

3. Осуществление системного радиационного мониторинга объектов окружающей среды, контроля радиоактивного загрязнения пищевых продуктов, продукции сельского и лесного хозяйства.

4. Восстановление экономического потенциала пострадавших районов. Создание благоприятных условий для привлечения отечественных и зарубежных инвестиций.

5. Проведение инновационной социальной политики в загрязненных регионах, способствующей экономическому развитию этих регионов, развитию малого и среднего предпринимательства, индивидуальной трудовой деятельности, созданию здесь новых рабочих мест.

6. Выработка новых подходов управления отселенными территориями, возврата в хозяйственное пользование выведенных из оборота земель исходя из требований радиационной безопасности и экономической целесообразности.

7. Проведение системной информационной работы и просвещения населения по вопросам радиационной обстановки, эффективности контрмер и другим аспектам, которая способствовала бы усвоению жителями загрязненных территорий рекомендаций в части безопасной жизнедеятельности.

8. Важно окончательно преодолеть синдром «чернобыльской жертвы», препятствующий активному вовлечению населения в социально-экономическую деятельность.

В настоящее время в формировании данных в Единый банк данных (ЕБД) от Республики Беларусь участвуют следующие головные организации:

- Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Институт радиологии» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь – предоставляет данные о демографической обстановке на радиоактивно загрязненных территориях Республики Беларусь и о радиоактивном загрязнении сельскохозяйственных угодий, продукции сельского хозяйства, социально-экономические показатели развития наиболее пострадавших районов Республики Беларусь;

- Филиал «Белорусское отделение Российско-белорусского информационного центра по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС» РНИУП «Институт радиологии» (БОРБИЦ) предоставляет нормативно-правовую информация по вопросам преодоления последствий чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь;

- Государственное учреждение «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды – предоставляет карты радиоактивного загрязнения территорий Гомельской, Могилевской, Брестской областей и данные по радиационному мониторингу поверхностных вод, атмосферного воздуха, почвы;

- Государственное учреждение радиационного контроля и радиационной безопасности «Беллесрад» Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь – предоставляет сведения о радиоактивном загрязнении территории лесного фонда и лесной продукции;

- Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» Министерства здравоохранения Республики Беларусь – предоставляет данные мониторинга текущих доз внутреннего облучения по результатам СИЧ-измерений в наиболее загрязненных населенных пунктах Республики Беларусь, сведения о средневозрастных поглощенных дозах облучения щитовидной железы жителей населенных пунктов Беларуси и о результатах диспансеризации пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС населения.

1.2.2. Региональная проблема деградации болот Полесья.

Общие сведения о мелиорации болот Белорусского Полесья. До начала широкомасштабной мелиорации общая площадь болот в Беларуси составляла более 2,9 млн га или 14,2 % территории республики. В настоящее время в естественном состоянии сохранилось около 860 тыс га открытых болот и это крупнейший болотный массив в Европе.

В Белорусском Полесье сформировались обширные площади интенсивного мелиоративного освоения с долей осушенных земель более 30 %. Они распространены в основном в юго-западных и южных районах Брестской области, а также в южных районах Минской области.

В результате осушения, либо добычи торфа нарушено более 1,2 млн га болот и этот процесс продолжается. В наибольшей степени мелиорация затронула Белорусское Полесье, где преобладают мелкозалежные торфяники, что и обусловило региональный характер геоэкологической проблемы.

В ряде районов (Любанский, Лунинецкий, Пинский, Пружанский, Ганцевичский, Житковичский, Калинковичский и др.) осушенные земли занимают до 70 % сельхозугодий. Мелиоративные системы оказывают осушающее действие и на прилегающие к болотам территории, сложенные преимущественно песчаными почвами.

По экспертным оценкам суммарно в Белорусском и Украинском Полесье мелиоративному воздействию подвержена территория площадью 5-6 млн га.

Осушение болот приводит к следующим последствиям:

- сведению естественной болотной растительности;
- замене сложных природных биогеоценозов на простые агрофитоценозы с коротким вегетационным периодом;
- понижению базиса эрозии и уровня грунтовых вод;
- проявление ветровой и водной эрозии;
- выносу химических элементов почв;
- деградации почвенного покрова,

Вывод: На месте торфяных почв с высоким потенциальным плодородием образуются антропогенные минеральные, преимущественно песчаные почвы с низким плодородием и экологической устойчивостью.

Воздействие осушительной мелиорации на природные компоненты Полесья. У осушенных почв происходит быстрое изменение водно-физических свойств: уменьшается влажность, полная и капиллярная влагоемкость, запасы продуктивной влаги. Особенно быстро они ухудшаются в первые 5 лет после осушения.

В торфяных мелиорированных почвах снижается содержание азота, обменных форм кальция и магния.

Основное негативное проявление - сработка торфа (в среднем 1-3 см/год), иногда 11 см/год. В весовых единицах в результате сработки отмечаются потери торфа от 3 до 20 т/га. Общие потери органического вещества только за 1986-2006 гг. по расчетам экспертов составили 85 млн т, а к 2026 г. предполагается увеличение данной цифры до 200 млн т.

Мощность торфа к 2026 году снизится на 20-40 см на территории обширного региона. Формирование метрового торфяного слоя длится около 1000 лет, а разрушение этого же слоя в результате сельскохозяйственного использования занимает не более 100 лет.

Быстрее всего торфяной слой разрушается при выращивании пропашных (9,8 т/га в год) и зерновых (6 т/га) культур. Несколько медленнее этот процесс происходит под многолетними лугами – 3,6 т/га в год.

В Белорусском Полесье за последние десятилетия полностью деградировало более 200 тыс. га торфяных почв. Образовались антропогенные минеральные постторфяные почвы, с баллом бонитета от 40 до 20 и уровнем урожайности уступающим торфяным почвам в несколько раз.

По результатам обследования осушенных земель площадь деградированных торфяных почв в составе сельскохозяйственных земель в 2016 г. достигла 314 тыс. га, к 2025 г. прогнозируется ее увеличение до 335 тыс. га, а к 2035 г. – до 365 тыс. га.

Более 60 % в составе деградированных торфяных почв занимают торфяно-минеральные, около 38 % приходится на минеральные остаточно-торфяные почвы и 2 % - на постторфяные почвы.

Районы с долей деградированных торфяных почв более 10 % сконцентрированы в Белорусском Полесье: Ганцевичский, Лунинецкий, Малоритский, Пинский, Ельский, Житковичский, Лельчицкий, Октябрьский, Петриковский, Любанский, Солигорский.

Экологические и экономические последствия:

С точки зрения экологии болота являются мощным фактором:

- формирования благоприятной окружающей среды,
- очистки атмосферного воздуха от углекислого газа и обогащения его кислородом,
- регулирования водного режима больших территорий, включая прилегающие к болотам,
- улучшения качества вод,
- сохранения биологического разнообразия и т.д.

С точки зрения экономики болота - источник многих видов ценных природных ресурсов (торф, лечебные грязи, пресная вода, лекарственные травы, ягоды, болотная дичь, потенциальные почвенные ресурсы).

Биосферные функции болот проявляются в региональном масштабе, благодаря чему белорусские болота являются мощным средоформирующим фактором в Европе.

Они вносят вклад:

- в сохранение биологического и ландшафтного разнообразия,
- в улучшение газового состава атмосферы,
- в регулирование водного режима, качества природных вод и климата обширного региона в центре Европы.

Осушенные торфяники выделяют в атмосферу примерно 7,7 т углекислого газа в год с одного гектара, а при возделывании зерновых и пропашных культур его годовая эмиссия возрастает до 15–20 т/га. В настоящее время в сельском хозяйстве используется около 900 тыс. га осушенных торфяных почв, с которых ежегодно выделяется в атмосферу около 9,5–11,0 млн т. углекислого газа. При этом около 20 % площади осушенных торфяников ежегодно распахивается и используется для возделывания зерновых культур, картофеля, что намного увеличивает скорость разложения торфа.

Широкомасштабное осушение торфяных болот привело к разрушению целостности единой лесоболотной системы Полесья, включающей и территорию Украинского Полесья.

В результате радикальной перестройки природных комплексов болот были нарушены естественные условия местообитания болотных видов растений и животных, нанесен существенный удар по биоразнообразию региона.

Преобладание в Полесье маломощных торфяников подстилаемых песками обусловило развитие ряда негативных процессов, прежде всего образование антропогенных песчаных почв на месте бывших торфяных (в виде небольших массивов среди мелиорированных торфяников).

Количество очагов деградации постоянно увеличивается. Так, в начале XXI века только в пределах трех административных районов (Солигорского,

Слуцкого и Любанского) появилось более 10,5 тыс. га песков, вышедших на поверхность после полного разрушения торфяного слоя.

Исследования НИЛ экологии ландшафтов на стационарных площадках доказывают значительные изменения микро- и мезорельефа. На месте плоских болотных массивов возникают взбугренные равнины с превышениями 1,5 - 3 м.

На всех опытных площадках наблюдается увеличение площади антропогенных постторфяных почв со средней скоростью 1,5 % в год.

В результате деградации мелиорированных торфяных почв происходит снижение баллов их бонитета и недобор урожая. Если в 2000 г. средний балл бонитета пашни торфяных почв Полесья составлял 55,8, то к 2005 г. он понизился до 53, а к 2025 г. прогнозируется дальнейшее его понижение до 50.

Появление малопродуктивных песчаных почв на месте торфяных приводит к их выбытию из сельскохозяйственного оборота, а, следовательно, и к *потере рабочих мест* занятых в сельскохозяйственном производстве.

Разрушение торфяного слоя вызывает ряд негативных процессов:

- снижение уровня грунтовых вод,
- пересыхание ручьев и малых рек,
- эвтрофикация поверхностных вод (в реки Припять и Днепр ежегодно поступает около 1,5 млн т. минеральных и до 700 тыс. т водорастворимых органических веществ),
- увеличение минерализации почвенно-грунтовых вод с 70-80 мг/л до 300-450 мг/л (в 1,5 раза повышается содержание сульфат-ионов, в 2-2,5 раза - ионов натрия и хлор-ионов, в 4,5 – ионов калия),
- изменение микроклимата (засухи, наводнения, поздневесенние и раннеосенние заморозки),
- снижение биоразнообразия,
- уничтожение естественных местообитаний болотных и околводных видов.

Вывод: начинает формироваться обширная зона деградированных почв на территории Полесской низменности. С учетом современной тенденции изменения климата, медленного тектонического поднятия Полесья в ближайшем будущем возможно постепенное увеличение и смыкание очагов деградации почв в обширный регион с развеваемыми песками, что фактически будет означать крупную региональную катастрофу общеевропейского масштаба.

Первоочередной риск-объект осушительной мелиорации, а следовательно, и деградации болот Белорусского Полесья - мелиорируемые торфяные почвы.

Основные причины экологических рисков:

- малая мощность торфяного горизонта,
- подстиание торфяного горизонта неогеновыми песками,
- большие площади песчаных почв,
- появление больших по площади открытых пространств с пахотными угодьями.

Мероприятия по сохранению торфяных почв Полесья. Белорусскими учеными разработан комплекс мероприятий по сохранению органогенного слоя

торфяных почв, экологической реабилитации сформировавшихся очагов деградации:

- организационно-правовые,
- технологические и восстановительные,
- информационные.

Организационно-правовые мероприятия:

- разработка Национальной стратегии использования и восстановления болот, предусматривающей переход от ресурсно-потребительского использования болот к научно-обоснованному биосферно совместимому;

- разработка новой схемы использования и охраны болот до 2030 г.;

- передача местным органам власти полномочий выбора направлений рекультивации выработанных торфяников, прежде всего путем повторного заболачивания;

- разработка Инструкции о порядке использования выработанных торфяных месторождений и деградированных торфяных почв;

- создание экономических условий выгоды выращивания на органо-генных почвах многолетних трав по сравнению с пропашными и зерновыми культурами.

Технологические и восстановительные мероприятия:

- внедрение в хозяйствах рекомендаций по использованию торфяных и деградированных почв;

- разработка инструкций и внедрение технологий повторного заболачивания выработанных торфяных месторождений и деградированных постторфяных почв;

- приобретение специальных плугов и внедрение послойно-смешанной культуры земледелия, обеспечивающей консервацию торфяного слоя;

- апробация различных способов использования деградированных песчаных почв, включающих специальную систему земледелия и выращивания преимущественно бобовых культур, облесение сильно деградированных территорий и в отдельных случаях повторное заболачивание;

- реконструкция мелиоративных систем с целью улучшения структуры агроландшафтов.

Информационные мероприятия:

- разработка методики оценки вклада естественных и нарушенных болот в баланс парниковых газов, в связи с подписанием Киотского протокола;

- разработка автоматизированной системы прогнозирования изменения почвенного покрова до 2050 г.;

- переработка классификации деградированных торфяных почв;

- организация мониторинга осушенных торфяных почв, нарушенных и восстановленных болот с использованием спутниковой информации.

1.2.3. Региональная проблема Солигорского горнопромышленного района.

Геоэкологические проблемы разработки калийных солей. В настоящее время в мире разведано около 40 калиеносных бассейнов, которые расположены в разных регионах. Крупнейшие бассейны *Европы*:

- Среднеевропейский и Верхнерейнский в Германии и Франции,
- Припятский в Беларуси,
- Верхнекамский, Верхнепечорский, Прикаспийский в России,
- Предкарпатский в Украине,
- Сицилийский в Италии,
- Каталонский в Испании.

Крупнейшие бассейны *Северной Америки*:

- Эльк-Пойнт и Монктон (приморские провинции Канады),
- Парадокс, Пермский в США.

Сравнительно недавно открыты новые бассейны: в *Южной Америке*: Амазонский, Сержипи-Алагоас; в *Африке*: Габонско-Конголезский, Хемиссет (Марокко); в *Азии*: Сакон-Након, Корат в Таиланде и Лаосе, Соляной краж в Пакистане, Непское месторождение в России и другие.

Почти 90 % мировых запасов калийных солей приходится на 4 страны: Канада, Россия, Беларусь и Германия. На эти же страны приходится около 70 % мирового производства калийных солей.

Условия образования и размещения месторождений калийных солей таковы, что практически все они находятся глубоко от поверхности и разрабатываются шахтным способом.

По масштабам воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду в пределах калиеносных бассейнов возникают наиболее острые и разнообразные геоэкологические проблемы, которые носят обычно не локальный, а региональный характер.

От содержания K_2O и вредных примесей в породах, глубины залегания пластов и гидрогеологических условий зависит качество запасов калийных солей в месторождениях.

Для месторождений США характерно низкое качество и значительная глубина разработки (более 1000 м), в России, Беларуси, Бразилии – качество запасов и глубина залегания рудных пластов (до 1000 м) средние; в Германии запасы руд средне-высокого качества. Наиболее благоприятные условия из стран крупных производителей в Канаде: калийные руды высокого качества, глубина разработки средняя, месторождения вблизи морских портов, что позволяет не только снижать транспортные расходы, но и решать проблему накопления галитовых отходов.

Принципиальное отличие экологической обстановки в районе калийного производства от других горнорудных предприятий заключается в том, что отходы производства калийных удобрений представляют собой легко растворимые в воде соединения, обладающие хорошими миграционными свойствами.

Высокая степень растворимости калийных солей под воздействием подземных вод приводит к частым *техногенным катастрофам*.

На крупнейшем месторождении России в Березниках на местах тектонических разломов образовались воронки, и произошло подтопление разрабатываемых

мых толщ в 1986 и 2006 гг. В результате прорыва грунтовых вод в соляные породы произошло их растворение и образование крупных воронок, которые располагались непосредственно в черте города.

Подобная авария наблюдалась в соседнем Соликамске в 1995 г. и на крупнейшем месторождении Канады – Саскачеванском в 1990-х годах. В настоящее время затоплено почти 40 месторождений в Германии, которые эксплуатировались с начала XX века.

Геоэкологические проблемы Солигорского горнопромышленного района.

Месторождения калийных солей в Беларуси приурочены к верхней соленосной толще девона Припятского прогиба. По оценкам геологов промышленные запасы составляют около 200 млрд т. Представлены сильвинитами и карналлитами. В Беларуси открыты 3 месторождения: Старобинское, Петриковское и Октябрьское. Наиболее известное из них Старобинское эксплуатируется с начала 1950-х годов. Разрабатываются, либо готовятся к разработке Березовский, Дарасинский, Нежинский, Любанский участки, Краснослабодский рудник. В настоящее время готовится к эксплуатации Петриковское месторождение. В качестве высокоперспективных участков рассматриваются Смоловский Новодубровский, Копаткевичский, Житковичский, и другие.

На Старобинском месторождении выделяются 4 калийных горизонта. Первый и второй горизонты, находящиеся ближе всего к поверхности практически полностью выработаны. В настоящее время эксплуатируется третий горизонт, залегающий на глубине 450-1000 м и имеющий мощность 20 м. К настоящему времени функционируют 6 рудников. Максимальная глубина разработки превышает 900 м. Краснослабодский и 6-й Березовский рудники введены в эксплуатацию в 2010-х годах.

На Старобинском месторождении применяется *шахтный метод* разработки калийных солей. Добыча калийных и каменных солей проводится методом *камерной и в большой степени столбовой систем разработки*, так как последняя обеспечивает более высокий коэффициент извлечения из недр полезного ископаемого. Апробировано подземное выщелачивание карналлита и извлечение на поверхность рассолов, которые могут применяться, как удобрения, как добавки в бетонные изделия и в других сферах. Объемы ежегодной добычи калийных солей в последние годы составляют около 40 млн т.

Добыча калийных солей на Старобинском месторождении приводит к возникновению геоэкологических проблем, которые по способу воздействия на окружающую среду делятся на:

- техногенно-геохимические, обусловленные накоплением отходов, так как содержание полезного компонента (K_2O) в рудах, как правило, не превышает 25-30 %;

- техногенно-геодинамические - землетрясения техногенного характера, подтопление и заболачивание территории.

Все многообразие геоэкологических проблем можно свести к 5 основным группам:

1. Проблема накопления отходов.

Калийное производство сопровождается перемещением больших объемов горных пород. Среднее содержание КСI в руде составляет около 27 %, поэтому на производство 1 т удобрений необходимо извлекать примерно 4 т руды. За время эксплуатации Старобинского месторождения образовались терриконы солеотвалов высотой до 124 м, занимающие площадь около 5 км², накопилось около 1000 млн т галитовых отходов. В Солигорском ГПР – 4 солеотвала, расположенные рядом с промплощадками рудоуправлений. Складирование отходов на земной поверхности сопровождается их растворением под воздействием атмосферных осадков.

В технологическом процессе не могут использоваться избыточные рассолы, для хранения которых сооружаются шламохранилища. По оценкам специалистов в них накопилось более 65 млн т глинисто-солевых шламов.

Площадь шламохранилищ составляет свыше 800 га, а годовой объем накопления шламов в Солигорском ГПР колеблется от 2 до 3,5 млн м³.

Частично рассолы закачиваются в глубокозалегающие поглощающие горизонты геологических формаций, однако это существенно увеличивает затраты на производство калийных удобрений.

Хранение глинисто-солевых шламов и избыточных рассолов является одной из наиболее сложных проблем калийной промышленности.

2. Проблема трансформации ландшафтов.

В результате добычи калийных солей произошла коренная перестройка ландшафтной структуры района, выведены из сельскохозяйственного оборота около 5 тыс. га земель.

По степени техногенной трансформации земной поверхности Солигорский ГПР относится к числу наиболее преобразованных в Беларуси. Данный показатель рассчитывается как среднее количество грунта, перемещенного на единицу площади. Его среднее значение для страны составляет 120-170 тыс. м³/км². В пределах Солигорского ГПР коэффициент трансформации земной поверхности превышает 10 млн м³/км².

3. Проблема загрязнения природных компонентов.

На площади 120–130 км² наблюдается загрязнение поверхностных и подземных вод, воздушной среды, почв.

Загрязнение атмосферного воздуха. Стационарные источники Солигорска выбрасывают около 9,6 тыс. т загрязняющих веществ в год, 97,6 % из них приходится на долю ПО «Беларуськалий».

В составе выбросов преобладает *диоксид серы* – 6896 т/год или 71,6 % от общего объема. Специфические загрязнители воздушной среды в регионе – *калийная пыль* (1025 т/год) и *хлористый водород* (24 т/год). ПДК по большинству веществ, кроме хлористого водорода, не превышен.

Засоление почв пониженных участков в 1,5-2,5 раза выше, чем на возвышенных элементах рельефа. Содержание водорастворимых веществ в почве превышает 1,5 %, в т. ч. хлоридов – 0,7 %.

Ореолы засоления в зонах воздействия 1-го и 2-го калийных заводов простираются на 1,5-3,5 км, у 3-го – зона загрязнения значительно меньшая (более

короткий период воздействия на почву), а зона засоления почв вокруг 4-го калийного завода простирается на 0,5-2 км. Отмечается увеличение ореолов засоления по мере продолжительности накопления отходов.

Засоление подземных вод. Солеотвалы на 90 % состоят из галита, и являются постоянным источником засоления подземных и поверхностных вод. В зонах влияния 1, 2, 3 и 4 рудоуправлений увеличение минерализации подземных вод, соответственно, до 159,5 мг/л, 111,9, 91,4 и 210 мг/л, а общая минерализация вод составляет около 1 г/л. Границы ореолов засоления подземных вод с минерализацией более 1 г/л прослеживаются на удалении до 1 км. Наиболее крупные – Жабинский и Старотерушкинский.

Во многих местах минерализация вод в 10 раз превышает нормативные значения, а в районе города Солигорск составляет 1-2 ПДК. Более 4 ПДК минерализация вод достигает и в других районах СГПР.

С подземными водами насыщенные рассолы двигаются в восточном и юго-восточном направлении от шламохранилищ к зонам разгрузки со скоростью 85 м/год.

Глубина проникновения рассолов составляет до 100–120 м, т.е. на всю мощность зоны активного водообмена. Наиболее засолены подземные воды днепровско-сожского и днепровско-березинского горизонтов вблизи шламохранилищ и солеотвалов. Подземные воды неоген-палеогенового водоносного горизонта по минерализации соответствуют требованиям питьевого качества

4. Проблема снижения биоразнообразия

Наблюдается угнетение растительности и изменение видового состава, так как накопление хлора, калия и натрия в 4-10 раз превышает норму для растений.

По расчетам ученых выделены 3 зоны воздействия на растительность:

- зона сильного воздействия (менее 700-1000 м), в которой отмечена гибель 80 - 100 % особей сосны и 30 - 50 % березы,
- зона среднего воздействия (от 700-1000 м до 2 км), в которой у большинства экземпляров сосны до 50 % сухих ветвей,
- зона слабого воздействия (более 2 км), в которой выражены только слабые дефекты у сосны.

5. Геодинамические проблемы территории.

В пределах Солигорского, Слуцкого и Любанского районов на площади более 200 км² наблюдаются:

- деформации горных пород над горными выработками и под солеотвалами,
- просадочные явления,
- подтопление и заболачивание территории,
- соляной карст.

При отработке двух калийных горизонтов конечная величина оседания земной поверхности достигает 4,0-4,5 м.

В краевых частях мульды сдвижения происходит деформация грунтовых толщ, образуются трещины, уступы, иногда суффозионно-обвальные воронки глубиной 1,0-1,5 м. Эти процессы вызывают деформацию зданий и сооружений.

В районе д. Пиваши формируется система мелких озер и каналов. Вследствие просадок заболочены значительные площади пахотных земель западнее д. Брянчицы, в д. Тесово, Зажевичи, Большое и Малое Быково, Залесье, Погост, Сельцо, Метявичи, Красный Берег и др.

Повышается *сейсмическая активность*. Зафиксированы землетрясения силой до 4-5 баллов, которые связаны с субрегиональными и локальными разломами, характерными для Припятского прогиба. Выемка и перемещение до 40 млн т/год горных пород и их складирование в отвалах, вес которых более 270 млн т, приводят к резкому снятию напряженности и возникновению землетрясения.

10 мая 1978 г. сейсмические станции «Плещеницы» и «Обнинск» (Калужская область) зарегистрировала землетрясение с эпицентром в районе г. Солигорска. В результате произошел обвал кровли штрека 2-го калийного горизонта. Вес обрушения составлял 3000 т. Аналогичное землетрясение произошло 1 декабря 1983 г. (эпицентр землетрясения находился на расстоянии 40 км к северо-востоку от Солигорска). Первое землетрясение находилось в районе Краснослободского разлома, а второе произошло на пересечении Стоходско-Могилевского и Северо-Припятского разломов.

Здесь же было зафиксировано землетрясение 15 марта 1998 г. в районе поселка Погост интенсивностью до 5 баллов.

Вывод: По степени проявления техногенно-геохимических и техногенно-геодинамических проблем на территории Солигорского ГПР можно выделить 6 зон по степени благоприятности/неблагоприятности (в % от общей площади) (Рисунок 6.).

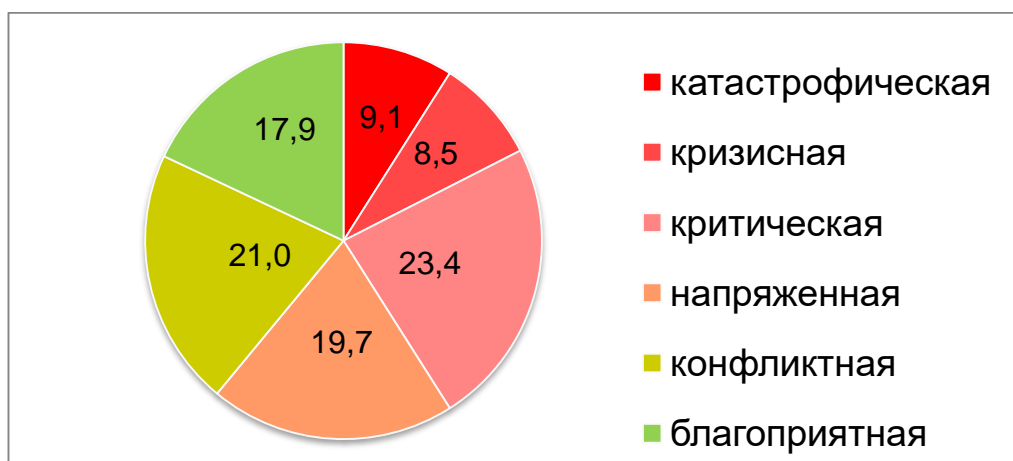


Рисунок 6 – Зонирование территории Солигорского ГПР.

Пути улучшения экологической ситуации в Солигорском ГПР. Для решения геоэкологических проблем Солигорского ГПР учеными предложены следующие мероприятия:

1. Комплексное использование недр

Сейчас на большинстве рудоуправлений разрабатываются только сильвинитовые руды. С 1993 г. на 1 РУ начата добыча каменной соли. В перспективе намечается отработка карнолитовых руд в 3 горизонте, которые являются ис-

точником хлоро-магниевых растворов, применяемых для изготовления силикатных блоков и быстрохватывающегося цемента.

2. Совершенствование технологии горных работ.

Селективная выемка калийных солей с оставлением промежуточного слоя каменной соли и комбинированная система отработки. Обеспечивает уменьшение объемов пустой породы и уменьшает количество отходов.

Обязателен учет ландшафтной обстановки для разных способов добычи. В районах, где наблюдаются просадки грунта и заболачивание территории, обязательна закладка галитовых отходов в отработанные шахты.

Совершенствование технологий переработки калийных руд, применение сухого обесшламливания руды позволяет снизить количество отходов калийного производства и тем самым улучшить ситуацию в регионе.

3. Ликвидация отходов.

В настоящее время применяются 2 пути размещения отходов: складирование на поверхности и размещение в недрах. Первый из них экономичнее, поэтому является основным, второй – экологичнее, но существенно дороже.

При накоплении на поверхности глинисто-солевых шламов обязательным условием является экранирование шламохранилищ. Рассолонепроницаемые экраны создаются на основе полиэтиленовой пленки на поверхности которой образуется плотный рассолонепроницаемый защитный слой из глинисто-солевых шламов.

Для уменьшения площадей выведенных из хозяйственного оборота земель предлагается размещать новые солеотвалы на месте заполненных шламохранилищ либо максимально увеличивать высоту терриконов.

С экологической точки зрения предпочтительнее второй путь ликвидации отходов – размещение в пористых верхнепротерозойских отложениях, мощность которых составляет 300-400 м, а глубина залегания 1800-2200 м. От расположенных выше горизонтов верхнепротерозойские отложения изолированы глинисто-доломитовым слоем. Расчетная приемистость скважин составляет 1000 м³/сут.

С конца 1980-х годов начат сброс рассолов в подсолевой комплекс, защищенный солевой толщей от подземных вод на 2 и 3 рудоуправлениях (по несколько скважин). Общий объем закачки технологических рассолов составляет 1,8 млн м³/год, однако расчетный срок службы установок составляет всего 15 лет, поэтому необходимо постоянное проведение их реконструкции.

4. Утилизация отходов калийного производства.

Отходы калийного производства пытаются использовать для различных хозяйственных нужд. В настоящее время около 1 млн т галитовых отходов ежегодно отгружаются потребителям с солеотвала 4 рудоуправления для подсыпки дорог в зимний период.

В значительно меньших размерах используются глинисто-солевые отходы в энергетике для смягчения технической воды.

Один из путей утилизации отходов – организация производства кальцинированной соды. Приведет к утилизации жидких отходов (получение хлористого кальция). Из обезвоженного шлама получится строительная известь. По расче-

там содовый завод производительностью 200 тыс. т соды будет утилизировать 320 тыс. т отходов. Однако проект не реализован из-за протестов жителей Любанского района. Возможно строительство содового завода в Малоритском районе на базе месторождения мела и привозных галитовых отходов.

Проводятся исследования по получению из отходов калийно-борного гранулированного мелиоранта и применению последнего на низкопродуктивных песчаных почвах для выращивания многолетних кормовых трав, картофеля и сахарной свеклы.

Возможно применение незначительной части глинистых шламов в литейном производстве в качестве антипригарных покрытий.

5. Использование отработанных горных выработок для хозяйственных целей.

С 1990 г. 2-й калийный горизонт используется для бальнеологических целей – в качестве подземной аллергической станции.

Возможно использование шахт для выращивания сельскохозяйственных культур, как хранилище сельскохозяйственной продукции. Могут быть использованы для захоронения высокотоксичных отходов.

6. Защита земель и населенных пунктов от подтопления.

Сельскохозяйственные земли защищаются от подтопления с помощью открытой осушительной мелиоративной сети.

В пределах населенных пунктов используется *лучевой дренаж*, обеспечивающий осушение без нарушения поверхности земли, что в настоящее время осуществлено в деревнях Мамыки, Стародворцы, Чижевичи, Кривичи и др.

В районе размещения крупных промышленных объектов Солигорска при проведении добычи оставляются в недрах *предохранительные целики* на отработанных калийных горизонтах.

7. Биологическая рекультивация нарушенных земель.

Биологическая рекультивация земель заключается в создании растительного покрова на месте отработанных шламохранилищ и прилегающих земель. Для этого предполагается создание полиэтиленового экрана на шламовом грунте, засыпка его почвенным слоем и залужение многолетними кормовыми травами, преимущественно злаками в смеси с бобовыми культурами.

Вокруг рекультивируемых территорий предполагается создание лесополос для увеличения влагозадержания. Для борьбы с засолением почв рекомендуется известкование и внесение повышенных доз органических и азотно-фосфорных удобрений.

1.3. Локальные геоэкологические проблемы Беларуси и проявление глобальных проблем.

1.3.1. Пространственно-временные особенности изменения климата Беларуси и проблема разрушения озонового слоя.

Проявления глобальной проблемы потепления климата на территории Беларуси. Потепление климата, связанное с выбросами в атмосферу парниковых газов, является одной из острейших геоэкологических проблем современности. На Саммите ООН по Земле в 1992 году в Рио-де-Жанейро проблема потепления климата была названа одной из ключевых задач в устойчивом развитии стран и вошла в итоговый документ – Повестку дня на XXI век.

В 2005 г. был подписан Киотский протокол Рамочной конвенции ООН об изменении климата – первое глобальное соглашение по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. Согласно этому протоколу страны брали на себя обязательства по выбросам парниковых газов на периоды 2006 - 2012 гг. и 2013 - 2020 гг. Однако многие крупные страны (США, Канада, Китай, Россия, Япония и др.) не ратифицировали соглашение, либо вышли из Киотского протокола. В результате обязательства по Киотскому протоколу (2013 - 2020 годы), распространяются только на 14% мировых выбросов парниковых газов.

Вторая попытка заключения глобального соглашения по климату была предпринята в Париже в декабре 2015 года на 21-ой сессии Конференции сторон в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Однако к полному согласию на данной сессии страны не пришли.

Глобальная проблема изменения климата имеет свои особенности в разных регионах и странах, однако она охватывает весь мир, и ее решение возможно только при взаимодействии всех стран.

Международные эксперты пришли к следующим выводам по изменению климата в Европе:

- температура в Европе повышается, особенно зимой на севере и летом на юге;
- на севере увеличилось количество осадков (примерно на 70 мм за 10 лет), а на юге наблюдается их сокращение;
- уменьшается количество осадков в виде снега;
- скорость ветров по всей Европе снизилась;
- прогнозируется увеличение температур на севере Европы зимой;
- продолжится рост количества осадков на севере Европы и повысится контрастность их выпадения;
- сократится продолжительность периода со снежным покровом;
- на севере Европы участятся аномальные снегопады и ливни.

В Беларуси аспектами проблемы изменения климата занимаются: центр климатических исследований Института природопользования НАН РБ, ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного за-

грязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды, учреждения высшего образования.

Первые инструментальные измерения климатических показателей начали проводиться еще в XIX веке и на отдельных метеостанциях имеют более, чем 100-летний ряд наблюдений.

Исследование изменений климата Беларуси за период с 1890 по 2021 г. показало отчетливый рост среднегодовой температуры, которая составила 5,8 °С, на величину 1,3°С по всей территории страны.

За период инструментальных наблюдений в Беларуси выделяются 2 эпохи потеплений:

- потепление начала XX столетия (1896-1915 гг.),
- потепление последних лет (1988-2021 гг.).

Первое потепление, которое, по мнению многих ученых, протягивалось до 30-х годов, известно как потепление Арктики и связано было с очищением атмосферы от вулканического аэрозоля в начале XX века. Однако на территории Беларуси оно наблюдалось только на рубеже веков и скорее всего было связано с вековыми циклами солнечной активности. Потепление оказалось более выраженным в теплое время года (до 2°С) в центральных и южных районах страны.

На протяжении почти всего XX века до конца 1980-х годов кратковременные периоды потеплений сменялись близкими по величине (плюс-минус 1-2°С) и продолжительности периодами похолоданий (Рисунок 7).

Такие изменения годовой температуры были связаны с цикличностью солнечной активности.

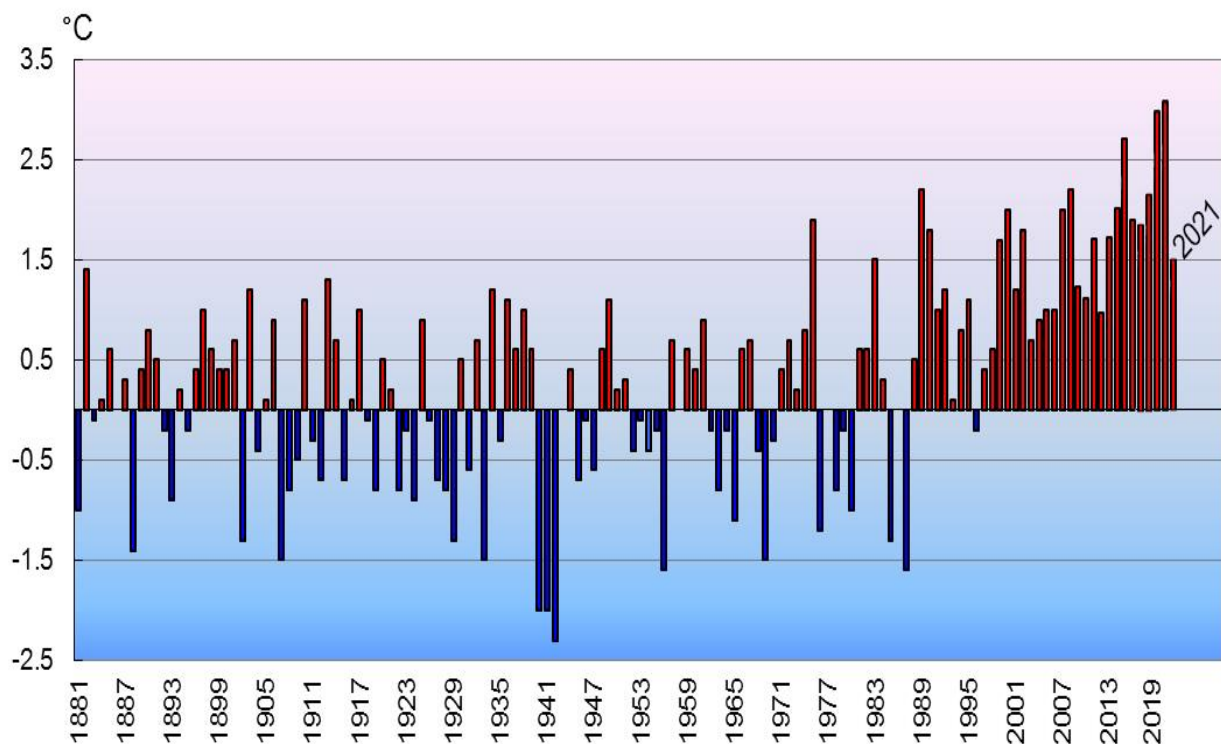


Рисунок 7 – Отклонение среднегодовых температур от средней многолетней (+ 5,8°С).

Периодически фиксировались трех- четырехлетние периоды похолоданий, однако отклонения средних многолетних температур не превышали 1-1,5°C. Наиболее низкие температуры воздуха за весь анализируемый период были зафиксированы в 1940-1942 гг., когда на протяжении 3 лет подряд средние годовые температуры воздуха были ниже средних многолетних на 2-2,5°C. Указанные годы оказались самыми холодными за всю историю инструментальных наблюдений, а в январе и марте 1942 г. среднемесячная аномалия температуры достигала соответственно -10°C и -8°C.

Эпоху глобального потепления, наметившуюся на рубеже XX-XXI веков многие ученые связывают не только с природными факторами, но и с хозяйственной деятельностью человека. В результате последней произошло изменение концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере (двуокиси углерода, метана, окислов азота и фреонов).

По данным Департамента по гидрометеорологии в год выбрасывается в атмосферу около 60 млн т парниковых газов (в эквиваленте CO₂). На душу населения в Республике Беларусь выброс парниковых газов составляет почти 7 тонн, следовательно, в глобальной проблеме изменения климата есть доля нашей страны. В то же время за последние 5 лет вдвое сократились выбросы парниковых газов в расчете на 1 млрд руб. ВВП, следовательно рост производства в республике не сопровождается увеличением выбросов CO₂.

Существенное влияние на изменение климата оказывают выбросы парниковых газов. Основным парниковым газом в РБ является диоксид углерода (CO₂), доля которого в выбросах парниковых газов составляет в эквиваленте CO₂ около 65 %, далее идут метан (CH₄) и закись азота (N₂O), каждый соответственно более 17 %, доля HFC и SF₆ практически равна нулю и составляет тысячные доли процента. За период 1990-2015 гг. выбросы диоксида углерода уменьшились на 41,7 %, закиси азота – на 29,0 %, выбросы метана увеличились на 8,3 %.

Источниками выбросов парниковых газов в Республике Беларусь являются, прежде всего, предприятия энергетического комплекса, сельское хозяйство и полигоны хранения отходов.

Изменения температуры воздуха в Республике Беларусь. Текущее потепление началось с 1988 г., оказалось более мощным, чем предыдущее и имеет природный и антропогенный характер. С 1881 по 2020 г. наблюдается отчетливый рост среднегодовой температуры на величину от 0,8 до 2,7°C по всей территории страны.

Наибольшее изменение температуры зарегистрировано в холодное время года, и более выражено в северных районах Беларуси. Климат стал более морским, снизилась годовая амплитуда температур.

На последний 30-летний период приходится 17 из 19 самых крупных положительных аномалий температуры (более 1,5°C), зафиксированных в Беларуси за весь срок наблюдений. В 2015, 2018 годах аномалии составили более 2°C,

а в 2019 г. она достигла 3°C. Лишь в 1996 г. среднегодовая температура воздуха в Беларуси была на 0,4°C ниже нормы.

Особенность нынешнего потепления не только в небывалой его продолжительности, но и в более высокой температуре воздуха, которая в среднем за 30 лет (1989-2019 гг.) превысила климатическую норму на 1,3°C. Повышение температурного режима отмечено практически в каждом месяце, но наиболее значительно в зимние и первые весенние месяцы.

В соответствии с рекомендациями ВМО климатические нормы рассчитывают за 30-летний период. В связи с постоянным изменением климата, 17-й Всемирный метеорологический конгресс, состоявшийся в Женеве в июне 2015 г., рекомендовал рассчитывать климатические нормы за период 1981-2010 гг. В связи с этим гидрометеослужба Беларуси перешла с 1 июля 2017 г. на новые климатические нормы по температуре и осадкам за период 1981-2010 гг. Эти нормы отражают климатические условия периода потепления.

В соответствии с нормами Всемирного метеорологического конгресса, среднегодовая температура воздуха в Беларуси составляет 6,7°C, т.е. климатическая норма увеличилась почти на 1°C.

Наблюдения за температурой воздуха в Беларуси проводятся на 42 метеостанциях, которые постоянно работают уже более 70 лет. Сравнение результатов наблюдений по двум периодам: за 70-летний период (1948-2018 гг.) и за последние 30 лет (1989-2018 гг.) позволяет выявить изменения температур в эпоху потепления климата. Данные климатических показателей 70-летнего периода разбиваются на несколько интервалов: 1951-1970, 1971-1990 и 1990-2020 гг. и сравниваются между собой.

Анализ сравнения результатов наблюдений показывает, что на всех метеостанциях среднегодовая температура воздуха последнего 30-летнего периода выше на 0,6 - 1°C, по сравнению с аналогичными показателями за период с 1948 по 2018 гг.. Более значительное повышение среднегодовых температур (0,9 - 1°C) характерно для крупных промышленных центров страны: Витебска, Минска, Гомеля, Орши, Жлобина, Пинска (Таблица 12).

Таблица 12 – Изменения средних температур воздуха на территории Беларуси за период 1989-2018 гг. по сравнению с периодом 1948-2018 гг.

Показатель	1948-2018 гг		1989-2018 гг		Количество метеостанций с повышением температур на °С					Крайние значения
	min	max	min	max	0,1-0,4	0,5-0,8	0,9-1,2	1,3-1,6	1,7-2,0	
Средняя температура января	- 7,3	- 3,5	- 5,5	- 2,2	–	–	1	22	19	1,2 – 1,9
Средняя температура июля	+17,0	+19,3	+17,8	+20,4	–	25	17	–	–	0,6 – 1,1
Средняя годовая температура	+ 5,3	+ 7,9	+ 6,1	+ 8,7	–	35	7	–	–	0,6 – 1,0
Средняя температура зимы (декабрь-февраль)	- 6,2	- 2,4	- 4,9	- 1,4	–	–	26	16	–	0,9 – 1,4
Средняя температура весны (март-май)	+ 5,3	+ 7,9	+ 6,2	+ 8,9	–	13	28	1	–	0,5 – 1,3
Средняя температура лета (июнь-август)	+16,1	+18,5	+16,6	+19,3	2	38	2	–	–	0,4 – 0,9
Средняя температура осени (сентябрь-ноябрь)	+ 5,4	+ 7,8	+ 5,8	+ 8,4	39	3	–	–	–	0,1 – 0,6

В настоящее время по всем метеостанциям фиксируются более высокие среднемесячные температуры на протяжении всего года.

Только на 3 метеостанциях в октябре (Лынтупы, Вилейка, Гродно) и на 2 – в июне (Лынтупы, Могилев) среднемесячные температуры не изменились.

Более значительное повышение температур в январе $1,9^{\circ}\text{C}$ фиксируется на востоке страны (Витебск, Гомель, Костюковичи, Жлобин), а самое меньшее ($1,2-1,3^{\circ}\text{C}$) – на западе (Волковыск, Гродно, Брест, Ивацевичи, Пружаны, Столбцы).

Средние температуры июля повысились на $0,6-1,1^{\circ}\text{C}$ по всем метеостанциям страны. Они увеличились более чем на 1°C в Витебске, Гомеле, Пинске, Жлобине, Вилейке, Воложине, Ивацевичах, которые расположены в различных регионах, а самый низкий прирост температур ($0,6^{\circ}\text{C}$) наблюдается в Могилеве, Кличеве, Бобруйск.

Средние температуры зимы (декабрь-февраль) повысились на $0,9 - 1,4^{\circ}\text{C}$. Более сильное повышение зимних температур ($1,4^{\circ}\text{C}$) зафиксировано на метеостанциях расположенных на севере и востоке страны – Витебск, Верхнедвинск, Шарковщина, Гомель, Костюковичи, Жлобин, Гродно, наименьшее ($0,9^{\circ}\text{C}$) – в Столбцах, Волковыске и Мозыре.

Средние температуры весны (март-май) повысились на $0,5 - 1,1^{\circ}\text{C}$, а в Слуцке и Брагине, повышение составило $1,2 - 1,3^{\circ}\text{C}$. Наиболее сильно – в марте. Более значительное повышение весенних температур фиксируется на севере страны и в крупных городах (Витебск, Минск, Гомель). Менее всего повышение температур затронуло Столбцы, Волковыск и Кличев.

В меньшей мере изменились температуры календарного лета (июнь-август). Они повысились всего на $0,4 - 0,9^{\circ}\text{C}$, а в июне и вовсе не более, чем на $0,5^{\circ}\text{C}$. Самое значительное повышение летних температур $0,8 - 0,9^{\circ}\text{C}$ зафиксировано в крупных городах Пинск, Минск, Витебск, Гомель, Жлобин, а также в Славгороде и Ивацевичах. В Могилеве и Кличеве летние температуры повысились только на $0,4^{\circ}\text{C}$.

Наименьшее изменение температур проявилось осенью – всего на $0,1-0,6^{\circ}\text{C}$. Самое большое повышение осенних температур ($0,5 - 0,6^{\circ}\text{C}$) зафиксировано в Витебске, Бресте и Гомеле, а самое маленькое ($0,1^{\circ}\text{C}$) – в Столбцах и Кличеве.

На протяжении первых двух этапов (с 1951 по 1990 гг.) среднегодовые и среднемесячные температуры воздуха существенно различались по годам, и выраженной тенденции изменения климата не наблюдалось. Однако незначительное ($0,1-0,7^{\circ}\text{C}$) повышение среднегодовых температур в 1971-1990 гг. по сравнению с 1951-1970 гг. все же зафиксировано на всех метеостанциях кроме Новогрудка, Могилева и Бобруйска.

На всех метеостанциях, кроме Докшиц, повысились температуры самого холодного месяца (январь) на величину от $0,2^{\circ}\text{C}$ (Житковичи) до $1,3^{\circ}\text{C}$ (Вилейка, Ошмяны). Более значительное повышение январских температур фиксировалось в северных регионах Беларуси.

Средние температуры самого теплого месяца (июль), за второе двадцатилетие понизились на 0,2-1,2°C. Более сильное понижение июльских температур фиксировалось на юге и востоке Беларуси (Бобруйск, Могилев, Мозырь, Полесская), минимальное на севере страны (Полоцк, Витебск).

Анализ изменения средних температур по сезонам года показывает тенденцию увеличения температур зимнего и весеннего периодов и снижение летних и осенних в 1971-1990 гг. по сравнению с 1951-1970 гг. По всем метеостанциям средние зимние температуры увеличились на 0,6-2,0°C, в среднем по стране на 1,2°C. Почти на такую же величину (1,1°C) повысились средние температуры весенних месяцев от 0,2°C в Бобруйске до 1,5°C в Столбцах и Полоцке. Повышение зимних и весенних температур подтверждает начало потепления климата уже в 1970-1980-х годах и подчеркивает его зависимость от природных факторов.

В то же время средние температуры лета на всех метеостанциях Беларуси понизились на 0,1-1,1°C. Меньшее снижение летних температур (0,1-0,2°C) фиксировалось на метеостанциях, расположенных на севере Беларуси (Полоцк, Витебск, Верхнедвинск и др.), более значительное на востоке и юге страны (Могилев, Бобруйск, Мозырь и др.).

Осенние температуры также понизились на большинстве метеостанций кроме Минска, Витебска и Жлобина, однако незначительно, в среднем на 0,2°C.

Среднегодовые температуры воздуха в 1990-2020 гг. повысились по сравнению с предыдущим 40-летием на 0,9-1,6°C и составили от + 6,1 (Езерище) до + 8,7°C (Брест). Более чем на 70 % метеостанций рост показателя составил 1,3-1,6°C и только в Новогрудке среднегодовые температуры почти не повысились, что объясняется спецификой расположения метеостанции, которая отличается максимальной абсолютной высотой.

Наиболее сильно в 1990-2020 гг. повысились средние температуры января – на 1,6-2,9°C. Температуры повышаются с северо-востока на юго-запад от -5,5°C (Горки) до -2,3°C (Брест). Более сильно повысились в Витебской, Могилевской и Гомельской областях, расположенных на севере и востоке страны (2,6-2,9°C). Максимальное их повышение (2,9°C) зафиксировано на метеостанциях Витебск и Горки. На западе повышение январских температур составило менее 2°C, а минимальное повышение зафиксировано в Волковыске 1,6°C. Таким образом, отмечается некоторое выравнивание температур января в пределах Республики Беларусь.

Отмечено повышение средних температур июля, на 0,9-2,1°C. В июле территориальная закономерность не выражена. В группу с минимальным повышением температур (0,9-1,2°C) вошли Василевичи, Березинский заповедник, Бобруйск, Могилев, Минск, Езерище, расположенные в различных регионах страны. Не выражено и влияние антропогенной деятельности. Наиболее значительное повышение июльских температур (2,1°C) отмечено в Пинске. Высокое оно (1,8-1,9°C) и на метеостанциях Витебск, Гомель, Житковичи, Воложин, Пружаны, Брест, Мозырь, тоже нет закономерности повышения.

Зимой сохраняются отрицательные температуры на всей территории страны, которые составляют от -4,8°C (Горки) до -1,4°C (Брест). Однако они в эпоху

потепления повысились на 1,5-2,3°C. Более заметно повышение зимних температур на севере и востоке страны. На 2,2-2,3°C зимы стали теплее в Витебске, Сенно, Полоцке, Шарковщине, Горках, Жлобине, Марьиной Горке. Менее значительное повышение температур (1,5-1,6°C) зафиксировано на метеостанциях, расположенных на западе Беларуси: Вилейка, Волковыск, Ивацевичи, Пружаны, Высокое, Брест, Полесская, Василевичи.

На втором месте по величине повышения температур находится весна. Средние температуры воздуха календарной весны повысились на 1,0-1,9°C. На большинстве метеостанций (65 %) рост весенних температур составил 1,5-1,7°C. Самый высокий рост температур (1,8-1,9°C) зафиксирован на метеостанциях Витебск, Шарковщина, Жлобин, Гомель, а самый низкий (1,0-1,2°C) – на метеостанциях Василевичи, Вилейка, Березинский заповедник. Таким образом, сохраняется тенденция опережающего роста температур на востоке и в северных районах Беларуси.

На 0,6-1,8°C стало теплее календарное лето, особенно это заметно в последнее десятилетие. Более сильное повышение летних температур (1,5-1,8°C) отмечено на метеостанциях, расположенных на юге страны (Пинск, Гомель, Брест, Октябрь, Мозырь), а также в Витебске и Столбцах. Минимальное повышение летних температур (0,6-0,8°C) зафиксировано на метеостанциях Березинский заповедник, Василевичи, Полоцк, Минск, Могилев. Наличие крупных промышленных центров в разных группах не позволяет судить о влиянии хозяйственной деятельности на повышение летних температур.

Для календарной осени (сентябрь-ноябрь) характерно минимальное повышение средних температур (0,3-1,1°C), однако оно отмечено на всех метеостанциях страны. На большинстве метеостанций (57 %) оно составляет 0,7-0,8°C. В Витебске, Василевичах, Гомеле и Марьиной Горке повышение осенних температур превышает (1°C), а в Вилейке, Березинском заповеднике, Минске, Могилеве и Бобруйске составляет всего 0,3-0,5°C.

Анализ абсолютных минимальных и максимальных температур подчеркивает потепление климата.

Абсолютные минимальные температуры были зафиксированы до 1988 года на всех метеостанциях, в т. ч. и абсолютный минимум по стране (-42,2°C), в 1940 г. (Славное). Абсолютные максимальные температуры в 1990-2020 гг. превышены на всех метеостанциях кроме Волковыска. В 2010 г. в Гомеле зафиксирован абсолютный максимум температур Беларуси за весь срок наблюдений (+38,9°C). Рекорды абсолютных минимальных температур по месяцам не превышены на 80 % метеостанций, а абсолютных максимальных температур побиты более чем на 80 % метеостанций.

Изменение продолжительности периодов и сумм температур. Продолжительность периода с $T > 0^\circ\text{C}$ в 1990-2020 гг. увеличилась на всех метеостанциях и составила 240-280 дней. Примерно на 60 % метеостанций он вырос на 10-12 дней. Более высокий рост показателя на западе и севере страны. Суммы $T > 0^\circ\text{C}$ увеличились на 70-210°C и составили от 2700-2800°C на северо-востоке Беларуси до 3300-3370 °C на юго-западе. Отмечено более значительное увеличение сумм температур выше 0°C на метеостанциях, расположенных в крупных горо-

дах и промышленных центрах страны (Пинск, Брест, Гомель, Витебск, Минск), что подтверждает антропогенное влияние на изменение климата.

Продолжительность вегетационного периода (с температурой выше 5°C) также увеличилась на всех метеостанциях страны на 5-10 дней и составила от 193 дней на метеостанции Горки до 221 дней в Бресте.

Более высокие темпы роста продолжительности вегетационного периода отмечены на юге страны. Суммы температур выше 5°C увеличились на 80-200°C, повышение также более заметно в крупных городах: Бресте, Гомеле, Пинске, Минске, Витебске, Жлобине, Барановичах.

На всех метеостанциях на 3-8 дней увеличилась продолжительность периодов с температурой выше 10°C и выше 15°C, а суммы температур за данные периоды увеличились на 70-190°C и 50-190°C соответственно.

Увеличение данных показателей положительно сказывается на сельскохозяйственной деятельности.

Таким образом, на всей территории Беларуси в последние годы отмечено выраженное потепление климата по всем сезонам года, более заметное зимой и весной.

Существенно выросла продолжительность вегетационного и безморозного периодов и суммы активных температур.

В результате изменений температурного режима отмечено смещение границ агроклиматических областей на север более, чем на 100 км.

Положительное и отрицательное значение изменений температурного режима для хозяйственной деятельности. Изменения температурного режима в связи с потеплением климата обусловили как *положительные* так и *отрицательные* последствия для различных видов хозяйственной деятельности. Потепление позволило изменить параметры отопительного периода, продолжительность которого, в Минске, сократилась на 10–12 дней, а число градусо-дней отопительного периода уменьшилось на 400–450°C, т.е. на 10–12%.

Повышение температур первых весенних месяцев приводит к более раннему сходу снежного покрова и переходу температуры воздуха через 0°C в среднем на 13 дней раньше средних многолетних сроков, что позволяет ускорить начало полевых работ. На декаду раньше стал начинаться вегетационный период. Сумма активных температур выше 5 и 10° увеличилась на 110 и 60° соответственно, а изолинии сумм этих температур сдвинулись к северу примерно на 100 и 60 км.

Отрицательные аномалии мая повысили опасность поздних весенних заморозков, которые происходят на фоне активно вегетирующих растений и наносят значительный ущерб сельскохозяйственному производству.

Изменилось в сторону увеличения в последнее столетие и число экстремальных климатических явлений (засух, наводнений, заморозков, суровых и теплых зим):

- засухи 1992, 1994, 1999 гг.
- наводнение на юге Беларуси в 1993 г.
- большое количество осадков в 1998 г. и т.д.

Влияние изменения климата на отрасли экономики:

- на сельское хозяйство – с одной стороны, удлинился вегетационный период, увеличились суммы температур, сформировалась новая агроклиматическая область, появилась возможность выращивания новых сельскохозяйственных культур, но с другой стороны урожай основных культур стал менее стабильным, повысилась продолжительность засушливого периода, большой ущерб оказывают весенние заморозки и т.д.;

- на энергетику и транспорт – потепление в зимний период снижает потребление энергии на отопление, но возрастает ее потребление летом на кондиционирование, учащаются стихийные бедствия, приносящие ущерб транспортной инфраструктуре, в большей степени разрушается покрытие дорог, повышается аварийность;

- на лесное хозяйство – учащаются пожары (ежегодно от 400 до 1500), ураганы, более быстро размножаются вредители леса и болезни, что негативно сказывается на состоянии и продуктивности лесов. Ранняя вегетация и поздние заморозки, маломощный снежный покров, замедляют рост деревьев, приводят к сокращению площадей хвойных лесов (особенно еловых) и увеличению мелколиственных.

- на здоровье человека – из-за аномально высоких температур обостряются хронические заболевания, стихийные бедствия представляют опасность для здоровья и жизни населения, приводят к ухудшению паразитологической ситуации, росту инфекционных заболеваний.

Изменение увлажнения территории в связи с потеплением климата.

Изменение количества осадков за период с 1881 по 2016 г. не имело четко выраженной тенденции, как это наблюдалось с температурным режимом.

Первая треть XX века характеризуется наибольшим увлажнением. Количество осадков, примерно на 60 мм (10%) превысило их среднее значение за последующий период. В течение 12 лет этого периода количество осадков превышало норму более чем на 100 мм, а в 1933 г. превышение достигло 200 мм. В последующие годы количество осадков в основном было близким к норме, либо ниже ее (Рисунок 8).

Все пять десятилетий (с 1938 по 1988 гг.) характеризуются незначительными отрицательными отклонениями средних сумм осадков, которые в отдельные годы (1951 и 1959) были ниже нормы более чем на 150 мм. По средним показателям последних двух десятилетий наблюдается незначительное годовое снижение осадков, преимущественно на юге и в центральной части страны, вызванное более сухим теплым полугодием. В то же время на севере страны (Витебская и север Минской области) осадки и холодного и теплого периода выросли.

В последние годы увеличилась контрастность количества осадков на территории Беларуси: расширились площади с годовым количеством осадков менее 600 мм и более 700 мм. Произошли изменения годового хода осадков: повсеместно сократилось количество осадков в апреле-мае, увеличилось в летние

месяцы. Исключение южные районы, где в августе количество осадков уменьшилось на 20 %.

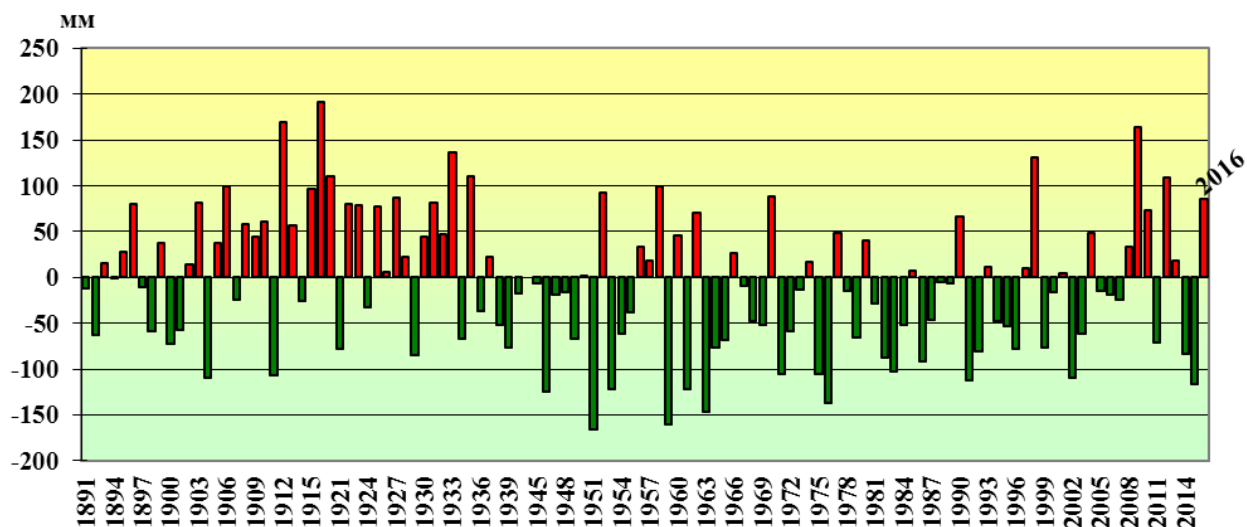


Рисунок 8 – Отклонение годовых сумм осадков от климатической нормы (656 мм) за период 1891-2016 гг. в Беларуси.

Увеличилось число экстремальных климатических явлений: в южных районах за последние 50 лет в 2 раза возросло число засух во второй половине лета (часто наблюдались засушливые условия на протяжении двух месяцев вегетационного периода).

Распределение осадков по территории Беларуси и их изменение в последние годы. Потепление климата последних лет привело и к изменениям условий увлажнения. На подавляющем количестве метеостанций Беларуси (35) наблюдается увеличение количества осадков в 1989-2019 гг. по сравнению с многолетними данными, о чем свидетельствует большее количество метеостанций вошедших во 2-4 группы (Таблица 13).

В основном количество осадков увеличилось не более чем на 20 мм. На метеостанциях Минск, Гомель, Ошмяны, Василевичи, Пинск, Брагин, Барановичи, Верхнедвинск, Шарковщина рост составил 20-30 мм, а в Витебске, Полоцке, Житковичах, Мозыре и Костюковичах более чем 30 мм, максимум в Витебске – 62,4 мм. В Кличеве количество остатков не изменилось.

Уменьшилось количество осадков на метеостанциях, расположенных на западе страны: Новогрудок, Лынтупы, Брест, Пружаны, Полесская, Гродно. В Гродно количество осадков снизилось на 36 мм.

На большинстве метеостанций (более 30) отмечается увеличение зимних, весенних и осенних осадков. Увеличение летних осадков фиксируется примерно на половине метеостанций. В самом дождливом месяце июле количество осадков увеличилось почти на всей территории страны, кроме метеостанций Орша, Лынтупы, Брагин и Славгород. На ряде метеостанций количество июль-

ских осадков выросло на 20-30 мм и в Новогрудке, Барановичах, Ганцевичах, Жлобине, Октябре, Житковичах и Мозыре превысило 100 мм.

Рост осадков также отмечается на большинстве станций в феврале (кроме Гродно, Бреста и Полесской), марте (кроме Березинского заповедника, Столбцов, Гродно, Новогрудка, Полесской и Бреста), октябре (кроме Гродно, Высокое, Ганцевич, Ивацевичей, Полесской, Бреста, Пинска, Жлобина). В меньшей степени увеличилось количество осадков в январе, мае, сентябре и декабре.

Таблица 13 – Изменение количества осадков на метеостанциях Республики Беларусь

Кол-во осадков, мм	1948 – 2019 гг.		8 – 2019 гг.	
	Кол-во м/ст	Метеостанции	Кол-во м/ст	Метеостанции
Более 750		Новогрудок		Новогрудок
700,1 –		Лынтупы		Витебск, Житковичи, Лынтупы, Полоцк
675,1 –		Житковичи, Березинский зап., Полоцк, Витебск, Борисов		Березинский зап., Минск, Борисов, Воложин, Мозырь, Ошмяны
650,1 –		Воложин, Минск, Лида, Докшицы, Ганцевичи		Лида, Докшицы, Верхнедвинск, Василевичи, Ганцевичи, Вилейка, Октябрь, Орша
625,1 –		Ошмяны, Вилейка, Октябрь, Верхнедвинск, Василевичи, Орша, Мозырь, Березино, Волковыск, Ивацевичи, Славгород, Горки, Могилев, Бобруйск, Барановичи		Барановичи, Костюковичи, Славгород, Жлобин, Шарковщина, Березино, Волковыск, Бобруйск, Ивацевичи, Гомель, Могилев, Столбцы, Горки, Слуцк
600,1 –		Жлобин, Шарковщина, Столбцы, Костюковичи, Кличев, Марьина Горка, Слуцк, Брест, Гомель, Пружаны, Полесская, Высокое		Пинск, Кличев, Марьина Горка, Высокое
550,1 –		Пинск, Гродно		Брест, Пружаны, Полесская, Брагин, Гродно
Менее		Брагин	-	-

Сокращение количества осадков отмечается в августе почти на всех метеостанциях страны кроме Витебска, Шарковщины, Верхнедвинска, Докшиц, Березинского заповедника, Ошмян и Лиды в июне, кроме Витебска, Шарковщины, Верхнедвинска, Полоцка, Вилейки, Столбцов, Слуцка, Славгорода, Костюковичи, Ганцевичи, Полесской, Пинска, а также в ноябре и апреле (12-16 метеостанций).

Количество осадков различается по годам. На большей части метеостанций (53 %) минимальное количество осадков за весь срок наблюдения состави-

до от 400 до 500 мм, на 33 % метеостанций – от 300 до 400 мм. Абсолютный минимум осадков на территории Беларуси был зафиксирован в Ивацевичах в 1953 году и составил 298 мм. Менее 300 мм также фиксировалось в Брагине в 1963 г. Наиболее засушливыми годами являются 1959 (8 станций), 1963 (7 станций), 1961 (6 станций) и 1953 (5 метеостанций). В Полоцке, Лиде, Горках и Костюковичах абсолютные минимумы осадков фиксировались в первой половине XX века, а в Верхнедвинске, Шарковщине, Воложине, Березино, Гродно, Волковыске, Мстиславле, Кличеве и Славгороде – в последние 30 лет, в основном в 1999, 2002 и 2015 гг.

Абсолютные максимумы осадков за весь срок наблюдения в пределах 800-1000 мм – 90 % метеостанций. Наименьший абсолютный максимум зафиксирован на метеостанции Полесская – 763 мм в 1970 г., а наибольший – в Василевичах (1115 мм) в 1906 г. Более 1000 мм осадков, преимущественно в первой половине XX века, фиксировалось в Полоцке, Лынтупах, Новогрудке, Могилеве и Василевичах. Почти на половине метеостанций страны абсолютные максимумы зафиксированы в последние 30 лет, что подчеркивает факт увеличения осадков в эпоху потепления климата. Наиболее влажными годами являются 2009 и 1998, на протяжении которых выпадало максимальное количество осадков на 8 и 7 метеостанциях соответственно.

Примерно на половине метеостанций страны в различные годы последнего 30-летия зафиксированы и суточные максимумы осадков, что подчеркивает увеличения неблагоприятных явлений климата в эпоху потепления. Наибольшее суточное количество осадков было зафиксировано в Бобруйске в 1970 г. и составило 146 мм. Более 100 мм осадков за сутки выпадало также в Верхнедвинске, Витебске, Сенно, Орше, Ошмянах, Гродно, Новогрудке, Барановичах, Ганцевичах, Ивацевичах и Житковичах.

Таким образом, можно отметить более значительный рост количества осадков на севере и юго-востоке страны и их сокращение, либо незначительный рост в западных районах, а также некоторое увеличение интенсивности осадков в последние годы.

Погодные рекорды. Максимальная месячная сумма осадков отмечена в Пружанах в 1931 г. – 329 мм. В Минске выпало 280 мм в 1973 г.

Максимальная суточная сумма осадков отмечена в Толочине – 148 мм в 1973 г. В Минске – 77,5 мм в 2005 г.

Максимальный снежный покров, высотой 72 см, образовался в Лынтупах в 1965 г. В Минске – 60 см в 1996 г.

Максимальное число дней с градом за год 8 – было отмечено в Бобруйске и Борисове в 1947 и в 1934 гг. соответственно. В Минске 7 дней с градом было в 1907 г.

Максимальное число дней с туманам за год – 102 отмечалось в Минске в 1960 г. Абсолютный рекордсмен – Новогрудок, здесь в 1964 г. было отмечено 140 дней с туманом.

Меры, которые принимаются для минимизации последствий глобального потепления климата в Беларуси. Принята концепция проекта Закона

Республики Беларусь «Об изменении климата». Утверждены процедуры по реализации проектов сокращения выбросов парниковых газов по добровольным сокращениям.

В целях реализации Национальной программы мер по смягчению последствий изменения климата на 2016-2020 годы уточнен перечень проектов по сокращению выбросов парниковых газов в различных отраслях экономики с суммарным объемом сокращений выбросов более 20 млн тонн CO₂ экв к 2020 г.

По проблеме изменения климата можно сделать следующие *выводы*:

1. Современное изменение климата Беларуси определяется влиянием естественных и антропогенных факторов.

2. Рост среднегодовой температуры за период инструментальных наблюдений с 1881 г. составил от 0,8 до 2,7°C по всей территории страны.

3. Самая мощная положительная флюктуация температуры зафиксирована с 2008 г. по 2021 г. Наибольшее изменение температуры зарегистрировано в холодное время года, и в большей степени характерно для северных районов Беларуси.

4. На последний 30-летний период приходится 15 из 16 самых крупных положительных аномалий температуры (более 1,5°C), зафиксированных в Беларуси за весь срок наблюдений.

5. Особенно сильный рост температуры (несколько градусов) отмечается в январе-апреле. Понижение температуры в последние годы практически не фиксируется.

6. Почти в 2 раза возросла повторяемость максимальных температур (более 30°C), а минимальные температуры за последние 50-60 лет повысились на 2 – 2,5°C.

7. В период 1950-2019 гг. количество осадков снизилось на 10-15 % (60-80 мм) по сравнению с 1-й половиной XX века, особенно в западной и центральной части Беларуси. Отмечен их незначительный рост на севере республики.

8. В последние годы увеличилась контрастность количества осадков на территории Беларуси: расширились площади с годовым количеством осадков менее 600 мм и более 700 мм.

9. Произошли изменения годового хода осадков: повсеместно сократилось количество осадков в апреле-мае и увеличилось в июле, за исключением южных районов, где в августе количество осадков уменьшилось на 20 %.

10. Увеличилось число экстремальных климатических явлений: в южных районах за последние 50 лет в 2 раза возросло число засух во второй половине лета (часто наблюдались засушливые условия на протяжении 2 месяцев вегетационного периода).

11. Мелиорация южных районов республики привела к региональным изменениям летних температур на несколько десятых градуса, и осадков на несколько десятков мм, выравниванию, начиная с 1985 г., количества заморозков на севере и юге Беларуси, хотя до широкомасштабной мелиорации на севере их было в 2,2 раза больше.

Если рассматривать влияние изменений климата на различные отрасли экономики страны, то можно отметить, что максимальный ущерб нанесен сель-

скому хозяйству – 42 % от суммарного. Далее идет лесной хозяйство (21 %), строительство (12 %), топливно-энергетический комплекс (9%), жилищно-коммунальное хозяйство и транспорт (по 8 %).

Оценка состояния озонового слоя на территории Беларуси. Защита озонового слоя, являющегося поглотителем губительного биологически активного ультрафиолетового излучения, в настоящее время рассматривается как одна из важнейших глобальных экологических проблем. По мнению ученых к истощению озонового слоя приводит загрязнение атмосферы галогеноуглеродами и другими продуктами человеческой деятельности. К настоящему времени более 160 наземных станций организованы в мировую озонметрическую сеть и ведут регулярные измерения общего содержания озона (ОСО) и его вертикального распределения в атмосфере.

Наблюдения последних лет показывают, что общее содержание озона остается в рамках прежних значений, ниже уровня 80-х годов, однако резкий отрицательный тренд отсутствует.

Восстановление содержания озона в глобальных масштабах идет гораздо медленнее, что отчасти связано с изменениями глобальных атмосферных параметров – изменением концентрации парниковых газов и остыванием стратосферы, особенно в полярных районах обоих полушарий, где низкие температуры создают условия для разрушения молекул озона. Говорить о восстановлении озонового слоя преждевременно.

Принята международная конвенция и ряд протоколов к ней по защите озонового слоя, в которых участвует и Республика Беларусь. Начиная с конца 1970-х годов, общее количество озона в атмосфере неуклонно убывает, несмотря на уменьшение выбросов озоноразрушающих веществ.

На озоновый слой влияют: характер движения воздушных масс, температурный режим атмосферы.

Отрицательный тренд проявился в атмосфере над Антарктидой, где наиболее сильно происходит разрушение стратосферного озона. Увеличивалась площадь, занятая «дырами» с ОСО менее 220 единиц Добсона (ЕД). Общее содержание озона в момент максимального развития дефицита понижалось до 165 ЕД.

Изменение общего содержания озона в атмосфере средней полосы Северного полушария имеет ярко выраженный годовой ход с весенним максимумом и осенним минимумом, протекающий на фоне постепенного убывания ОСО, вызванного истощением озонового слоя. Для Северного полушария более характерно возникновение так называемых озоновых «мини-дыр» (отрицательных озоновых аномалий – пространственных областей с дефицитом ОСО), формирование которых обусловлено циркуляционными процессами в верхней тропосфере и стратосфере.

Дефицит озона в таких областях возникает по динамическим причинам, химического разрушения озона не происходит. Озоновые «мини-дыры» особенно часто возникают в зимне-весенний период над Атлантикой, частота их появления испытывает межгодовые вариации. Сформировавшиеся области

вместе с воздушными массами переносятся на территорию Европы и часто проходят над территорией Беларуси.

Среднегодовые значения ОСО в Беларуси в целом снижались на протяжении 1981-2018 гг., что может быть интерпретировано как постепенное истощение озонового слоя над территорией страны. Однако в настоящее время темпы истощения существенно замедлились и можно говорить о стабилизации состояния озонового слоя на среднегодовом уровне 338 ЕД.

За период наблюдения (1997–2018 гг.) определился годовой ход ОСО: максимальных значений (380-390 ЕД) среднемесячное содержание озона достигает в марте, затем оно постепенно снижается до 280-290 ЕД в октябре-ноябре. Начиная с середины июля, над территорией республики возникает устойчивый дефицит ОСО, который сохраняется до конца года. Минимальные за год для Беларуси суточные значения ОСО в последние годы составляют 201-230 ЕД, что отвечает дефициту примерно 33 % от климатической нормы.

Темпы сокращения общего содержания озона над территорией Беларуси существенно замедлились, однако ситуация не стабилизировалась (Рисунок 9).

В течение первого квартала в последние годы ОСО в атмосфере над территорией Республики Беларусь испытывает значительные вариации. Среднемесячное значение ОСО в январе на 10 % превышает январское многолетнее среднее (378 ЕД и 341 ЕД соответственно). Такое состояние озоносферы в начале года соответствует положительному тренду озона, отмеченному в глобальных масштабах после 2000 г. и наблюдаемому над Республикой Беларусь только в зимний период года.

В остальные месяцы над территорией Беларуси по-прежнему сохраняется небольшой отрицательный тренд ОСО (после 2000 г. величина отрицательного тренда уменьшилась).

Именно в зимний период территория Беларуси стала часто оказываться под влиянием положительных озоновых аномалий. В феврале и марте среднемесячные значения ОСО оказались ниже многолетних средних среднемесячных значений на 7,5-8,0 %. Это связано с образованием большой отрицательной озоновой аномалии над севером Азии, которая видоизменяясь и перемещаясь несколько раз оказывалась над территорией Беларуси. При этом нередко наблюдалось снижение ежедневных значений ОСО на 22-26 %, а 04.03.2016 отклонение от многолетнего среднего составило 32 %.

Появление такой большой и долгоживущей аномалии в данном географическом регионе – редкое явление. Вообще образование областей со сниженными значениями ОСО обусловлено сочетанием определенных циркуляционных процессов в тропосфере и стратосфере и аномально высокой температурой в тропосфере и аномально холодной в стратосфере. В апреле и мае значения ОСО близки к климатической норме, за которую в первом приближении можно принять многолетнее среднее.

В настоящее время в Беларуси реализован проект Глобального экологического фонда, в результате которого на 6 крупных предприятиях выведено более

600 т озоноразрушающих веществ. Создана сеть станций рециклинга для сбора, очистки и повторного использования озоноразрушающих веществ.

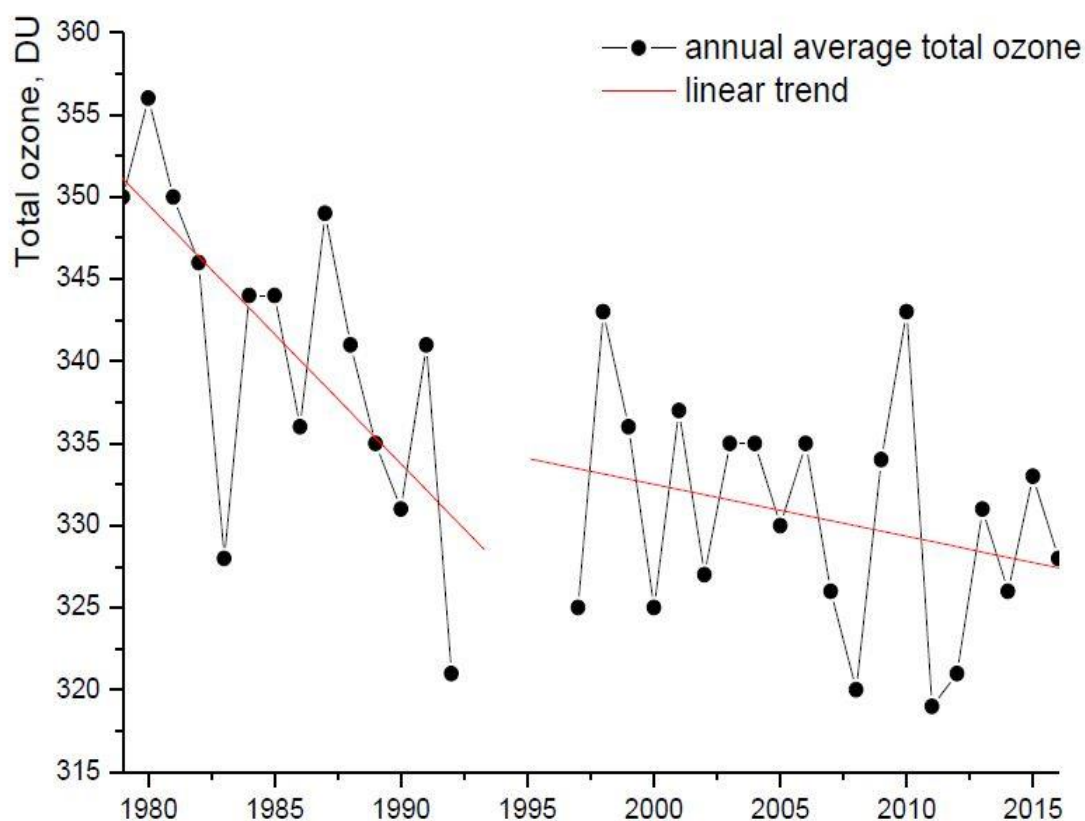


Рисунок 9 – Среднегодовые значения общего содержания озона и линейный тренд для периодов 1979-1992 гг. и 2000-2016 гг.

Беларусь выполняет условия Монреальского протокола по сокращению озоноразрушающих веществ. Благодаря реформированию законодательства в области охраны озонового слоя и предпринимаемым Минприроды мерам объемы потребления ОРВ неуклонно снижаются с 70 тонн в 2004 году до 3,6 тонн в 2016 г.

Приземные концентрации озона. В результате антропогенной деятельности происходит увеличение концентрации приземного озона. В отличие от стратосферного озона, защищающего живые организмы на Земле от разрушающего действия солнечного ультрафиолетового излучения, приземный озон является загрязняющим веществом, отрицательно влияющим на здоровье человека и животных, леса и сельскохозяйственные культуры.

Приземный озон представляет собой вторичное загрязняющее вещество, образующееся в результате фотохимических реакций, происходящих в атмосфере под воздействием интенсивной солнечной радиации. В этом процессе участвуют оксиды азота, оксид углерода, летучие органические соединения и другие вещества. Сходным приземному озону по процессу образова-

ния является формальдегид. Увеличение концентраций приземного озона и формальдегида наблюдается с ростом температуры воздуха.

Озон относится к загрязнителям атмосферы первого класса опасности. Концентрация озона в крупных городах в условиях загрязненной атмосферы может в десятки раз превышать естественные концентрации и ощутимо влиять на живые организмы.

Концентрация озона у поверхности земли определяется не только эффективностью его переноса из верхних слоев тропосферы, процессами фотохимической генерации озона или его разрушения, но также и эффективностью осаждения на подстилающую поверхность. Скорость разрушения озона на подстилающей поверхности существенно зависит от наличия или отсутствия снега. В первом случае она заметно меньше, чем во втором. Поэтому при прочих равных условиях следует ожидать более высоких концентраций приземного озона при наличии снега.

Являясь сильнейшим окислителем, озон вступает в реакции со многими загрязнителями атмосферы и, разрушаясь в таких реакциях, приводит к образованию вторичных загрязнителей. С другой стороны, в сильно загрязненном воздухе при определенных условиях возможна генерация озона.

Мониторинг концентрации приземного озона в РБ проводится с 2004 г. на озонметрической станции Национального научно-исследовательского центра мониторинга озоносферы Белгосуниверситета (ННИЦ МО БГУ). Кроме нее в Минске действуют еще 4 пункта наблюдений Гидрометеоцентра, которые проводят измерения приземных концентраций озона, оксидов углерода и азота, диоксида серы, летучих органических соединений (бензола, толуола, ксилола) и аэрозольных частиц, а также в Могилеве, Витебске и Березинском биосферном заповеднике.

Данные параллельных измерений концентраций озона и других загрязняющих воздух веществ в различных районах Минска позволяют оценить характер их взаимодействия. Косвенно о результатах такого взаимодействия можно судить по коэффициентам корреляции наблюдаемых концентраций озона и других загрязняющих веществ. Корреляционный анализ свидетельствует, что в подавляющем большинстве случаев повышение уровня загрязнения атмосферы оксидами азота, оксидом углерода и летучими органическими соединениями в Минске приводит к уменьшению концентрации приземного озона.

Во внутригодовой динамике содержания приземного озона в атмосферном воздухе «пик» загрязнения зафиксирован весной и в июле–первой декаде августа. Весенний максимум загрязнения воздуха связан с перестройкой атмосферы и, как следствие, с притоком озона из стратосферы, июльский – с преобладанием сухой, безоблачной и жаркой погоды, способствующей образованию озона в тропосфере.

Тренд нормы экстремальных значений летом отрицателен (-4 мкг/м^3), весной его величина положительна и составляет около $+9 \text{ мкг/м}^3$ за десятилетие.

В настоящее время отсутствует сколько-нибудь серьезная угроза для населения, вызванная очень высокими приземными концентрациями озона. Вместе

с тем, существующая тенденция в поведении приземного озона обусловлена ростом загрязнения городского воздуха другими опасными веществами и сохранением их качественного состава. Если в будущем этот рост продолжится можно ожидать увеличения числа случаев «озоноопасных» ситуаций в весенне-летний период.

1.3.2. Проблема локального загрязнения атмосферного воздуха.

Организация системы наблюдений за атмосферным воздухом. Регулярные наблюдения за состоянием атмосферного воздуха начаты в 1965 г. В 2015-2020 гг. мониторинг атмосферного воздуха осуществляется во всех крупнейших промышленных центрах республики (19), включая областные центры, а также Полоцк, Новополоцк, Оршу, Бобруйск, Мозырь, Речицу, Светлогорск, Пинск, Новогрудок, Жлобин, Лида, Борисов, Барановичи и Солигорск, в которых проживает более 87 % городского населения.

В последние годы мониторинг ведется в Березинском заповеднике и Мозырском промузле. Всего функционирует 67 пунктов наблюдения.

В перечисленных городах установлены около 50 стационарных станций, оснащенных приборами для отбора проб воздуха, определения концентраций оксида углерода и регистрации метеорологических параметров, и 16 автоматических станций. В Минске наблюдения проводятся на 12 станциях, в Могилеве – на 6, в Гомеле и Витебске – на 5, в Бресте и Гродно – на 4, в остальных промышленных центрах – на 1-3 станциях.

Сеть дополняется пунктами наблюдений за атмосферными осадками (22), снежным покровом (22) и пунктом комплексного фонового мониторинга (Березинский заповедник).

В соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 «Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов», созданы пункты приграничного мониторинга в гг. Браслав и Мстиславль, расширена программа наблюдений на станции комплексного фонового мониторинга в Березинском биосферном заповеднике.

В воздухе городов фиксируются концентрации основных загрязняющих веществ (твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), углерода оксид, азота диоксид, серы диоксид), а также концентрации приоритетных специфических загрязняющих веществ (формальдегид, аммиак, фенол, сероводород, сероуглерод). В 19 населенных пунктах - содержание свинца, кадмия и бенз(а)пирена, в 10 – летучих органических соединений. На автоматических станциях - концентрации твердых частиц, фракции размером до 10 микрон (далее ТЧ-10) и приземного озона, в городах Жлобин и Минск – твердых частиц, фракции размером до 2,5 микрон (далее ТЧ-2,5).

В 19 пунктах наблюдений в пробах атмосферных осадков определялись кислотность, компоненты основного солевого состава и содержание тяжелых металлов.

Оценка дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ (ЕМЕП) проводилась в трансграничном пункте наблюдений Высокое (запад). Дополнительно в рамках данной программы работ - наблюдения за атмосферными осад-

ками в пунктах наблюдений Мстиславль (восток) и Браслав (север). На станции фонового мониторинга (СФМ) Березинский заповедник наблюдения за состоянием воздуха и атмосферными осадками по программе Глобальной Службы Атмосферы.

Для оценки состояния атмосферного воздуха используются максимальные разовые, среднесуточные, среднегодовые ПДК загрязняющих веществ, установленные гигиеническим нормативом. Также проводится сравнение с результатами наблюдений на станции фонового мониторинга Березинский заповедник.

Оценку качества атмосферного воздуха производят с учетом международных и принятых Минздравом Беларуси стандартов – ПДК, которые подразделяются на максимальные разовые (осредненные 20-минутные отборы – ПДК м.р.) и среднесуточные (ПДК с.с.) (Таблицы 14 и 15).

Таблица 14 – Предельно допустимые концентрации основных загрязняющих веществ.

Загрязняющие вещества (Основные)	Значения ПДК, мкг/м ³		
	Максимальная разовая	Средне- суточная	Средне- годовая
Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль)			
ТЧ-10			
ТЧ-2,5			
Серы диоксид			
Углерода оксид			
Азота диоксид			

Средние за год концентрации загрязняющих веществ по данным наблюдений на автоматических станциях с непрерывным режимом работы и на пунктах наблюдений с дискретным режимом отбора проб воздуха в сроки 1, 7, 13 и 19 часов, сравниваются с ПДК среднегодовыми. Для пунктов наблюдений с дискретным режимом отбора проб в сроки 7, 13 и 19 часов полученные значения сравниваются с максимальными разовыми ПДК.

Для оценки состояния атмосферного воздуха используется такой экологический показатель как количество (доля) дней в году, в течение которых установлены превышения среднесуточных ПДК и повторяемость (доля) проб с концентрациями выше максимальных разовых ПДК.

Данные о количестве дней в году со среднесуточными концентрациями ТЧ-10, серы диоксида и азота диоксида выше ПДК, полученные в результате непрерывных измерений, сравниваются с целевыми показателями, принятыми в странах ЕС (в соответствии с Директивой 2008/50/ЕС Европейского Парламента и Совета Европы от 21 мая 2008 года о качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки в Европе).

Таблица 15 – Предельно допустимые концентрации специфических загрязняющих веществ.

Загрязняющие вещества (Специфические)	Значения ПДК, мкг/м ³		
	Максимальная разовая	Среднесуточная	Среднегодовая
Сероводород			
Сероуглерод			
Фенол			
Водорода фторид			
Свинец			
Аммиак			
Формальдегид			
Ацетон			
Бензол			
Метиловый спирт			
Толуол			
Бенз(а)пирен	-	5нг\м ³	1нг\м ³
Кадмий			
Этилацетат		-	-
Бутилацетат		-	-
Этилбензол		-	-
Ксилолы			
Бутанол		-	-
Стирол			
Озон	160 - 1ч.	120 – 8 ч.	90 – 24 ч.

При подготовке информации также используется подход, основанный на расчете индекса качества атмосферного воздуха (далее – ИКАВ) в соответствии с экологическими нормами и правилами, а также статистическая обработка данных расчетов ИКАВ:

- расчет процента распределения ИКАВ по градациям,
- расчет превышений предельных значений для концентраций загрязняющих веществ).

Источники выбросов загрязняющих веществ делятся на 2 основные группы:

1. Передвижные (мобильные) - автотранспорт и другие виды транспорта,
2. Стационарные - промышленные предприятия, предприятия энергетики, сельскохозяйственные предприятия, ЖКХ.

Проблема локального загрязнения атмосферного воздуха. Среднегодовые суммарные выбросы загрязняющих веществ на территории Беларуси за период с 1996 по 2011 гг. составили немного более 1500 тыс. т., в 2018 г. – 1235 тыс.т, в 2020 – 1172 тыс. т, в 2021 – 1193 тыс.т

До 2002 г. наблюдалась отчетливая тенденция уменьшения суммарных выбросов, которые в 1990 г. достигали 3402,8 тыс. т. В отдельные годы суммар-

ные выбросы загрязняющих веществ незначительно увеличивались, однако тенденция их сокращения прослеживается, начиная с 1991 года.

Увеличение выбросов связано со стационарными источниками выбросов. Выбросы от мобильных источников уменьшаются, несмотря на увеличение количества автомобилей.

В последние годы (2015-2020) выбросы загрязняющих веществ стабилизировались и составляют около 35-40 % от уровня 1990 г (таблицы 16, 17, 18).

Структура выбросов основных загрязняющих веществ является очень динамичной и представлена на рисунках 10 и 11.

Таблица 16 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу Беларуси, тыс.т

Показатель								
суммарные								
стационарные								
мобильные								
Удельный вес уловленных, %								

Таблица 17 – Основные показатели, характеризующие выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух Беларуси

Показатели							
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. т							
от мобильных источников							
от стационарных источников							
Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т							
Удельный вес уловленных загрязняющих веществ в общем количестве от стационарных источников, процентов							
Сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух после мероприятий, тыс. т							

Таблица 18 – Основные показатели, характеризующие выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух РБ, в % к 2015 г.

Показатели							
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух							
от мобильных источников							
от стационарных источников							
Количество загрязняющих веществ от стационарных источников							
Уловлено загрязняющих веществ от стационарных источников							

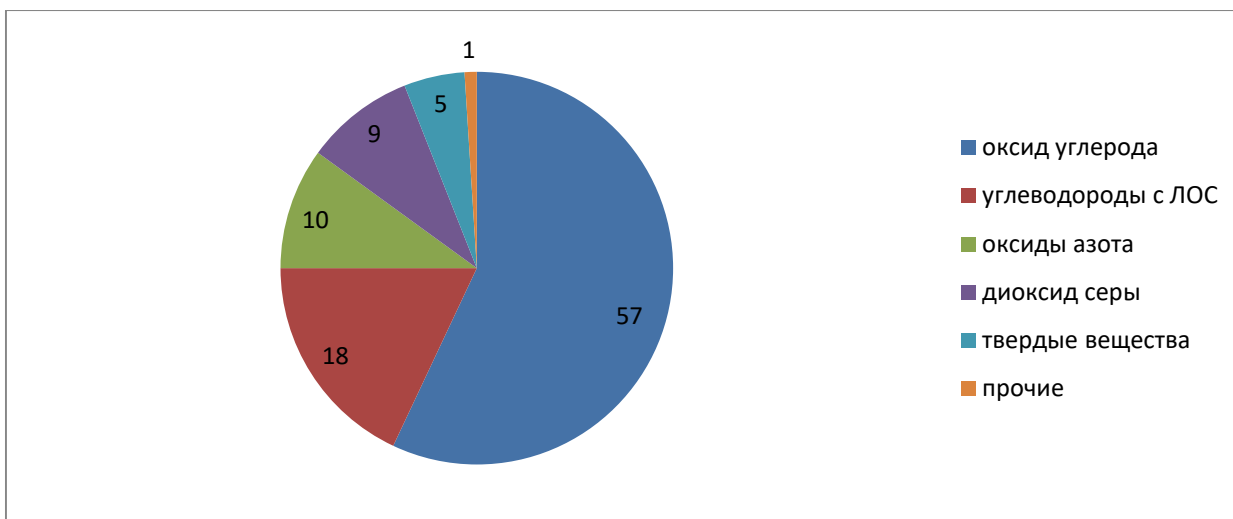


Рисунок 10 – Структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в процентах (средние показатели за 1991-2010 г.)

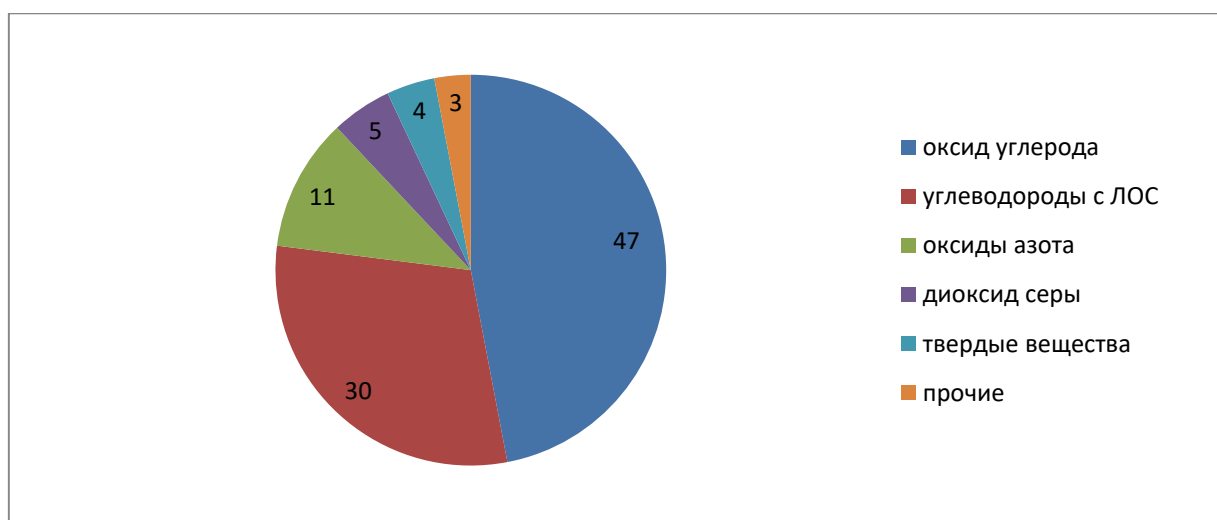


Рисунок 11 – Структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в процентах в 2020 г.

Как видно из рисунков около половины суммарных выбросов от стационарных и передвижных источников приходится на оксид углерода, однако в последние годы его доля существенно снизилась.

Второе место в структуре выбросов уверенно занимают углеводороды с ЛОС и их удельный вес в последние годы вырос почти в 2 раза. Остальные загрязняющие вещества существенно уступают перечисленным ранее. Загрязняющие вещества по-разному влияют на здоровье человека и при высокой концентрации могут вызвать определенные заболевания.

Оксид углерода. Его высокая концентрация приводит к острому отравлению, при хроническом воздействии наблюдается увеличение содержания в крови карбоксигемоглобина, изменение психомоторных реакций у детей, и в последнее время появились сведения о негативном воздействии этого вещества на репродуктивное здоровье женщин. Хроническое воздействие оксида углерода

ведет к увеличению заболеваний сердца лицами старше 65 лет и учащению приступов стенокардии у некурящих больных.

Углеводороды (пары бензина, метана и т.д.) обладают наркотическим действием, в малых концентрациях вызывают головную боль, головокружение и т.п. Так, при вдыхании в течение 8 часов паров бензина в концентрации 600 мг/м³ возникают головные боли, кашель, неприятные ощущения в горле.

Оксид азота. При концентрации NO₂ в воздухе более 100 мкг/м³ увеличивается число респираторных заболеваний (катар верхних дыхательных путей, бронхит, крупозное воспаление легких) из-за повышения восприимчивости организма. У людей с хроническими заболеваниями дыхательных путей, таких, как астма, повышается вероятность серьезных осложнений (например, воспаление легких). Имеются достоверные сведения о влиянии NO₂ на продолжительность заболеваний. В городах с невысоким уровнем загрязнения при эпидемии гриппа среднее число заболеваний увеличивается на 20 %, а в городах с высоким уровнем – на 200 %.

Диоксид серы, SO₂ - бесцветный газ с острым запахом, уже в малых концентрациях (20-30 мг/м³) создает неприятный вкус во рту, раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. Вторичный продукт присутствия этого вещества в воздухе – серная кислота оказывает влияние на органы дыхания. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний и заболеваний органов дыхания возрастает до 0,9% на каждые 10 мкг/м³ диоксида серы. В городах, где содержание диоксида серы в атмосферном воздухе превышает фоновые значения можно ожидать увеличение случаев смертности над фоном до 2-3%.

Для большинства контролируемых городов в суммарный индекс загрязнения наибольший вклад формальдегида (75-85 %), так как его средняя концентрация во многих городах страны превышает ПДК.

Формальдегид – это бесцветный газ с острым запахом, устаревшее его название («муравьиный альдегид»). Очень токсичен, оказывает отрицательное влияние на органы дыхания, вызывая парез дыхательных путей (остановку дыхания), на кожный покров (ярко выраженные дерматиты, экземы, язвы), нервную систему (энцефалопатии), является канцерогенным препаратом. ПДК формальдегида в воздухе – 0,5 мг/м³.

Динамика суммарных выбросов с 1990 по 2020 г. характеризуется общим их сокращением, однако выраженной тенденции по всем видам загрязняющих веществ не наблюдалось. Основные причины улучшения ситуации по валовым объемам выбросов:

- уменьшение объема производства в республике,
- смена топлива на стационарных и передвижных источниках,
- проведение природоохранных мероприятий.

За последние 10 лет отмечается стабилизация объемов суммарных выбросов с небольшим их сокращением в среднем на 1,1 % ежегодно. Связано это с существенным сокращением выбросов от мобильных источников. В 2020 г. они снизились на 23,5 % по сравнению с 2010 г., а вот выбросы от стационарных источников за этот же период выросли на 19,5 %.

Выбросы загрязняющих веществ неравномерно распределяются по территории Республики Беларусь. Среди областей страны в 2016-2020 г. максимальное среднегодовое количество загрязняющих веществ выброшено: на территории Минской области (включая г. Минск) более 390 тыс. т. Далее идут Витебская и Гомельская области (немногим более 190 тыс. т, Брестская (175 тыс. т), Гродненская (около 150 тыс.т) и Могилевская (менее 120 тыс. т). Увеличение выбросов в последние годы наблюдается только в Брестской обл., которая после 2020 г. занимает второе место после Минской области.

Основная часть загрязняющих веществ в настоящее время производится передвижными источниками (более 60 %). Еще в 80-х годах структура выбросов была совсем другой: преобладали выбросы промышленных предприятий и объектов энергетики, а доля автотранспорта не достигала 50 %. Уже к 1990 г. она увеличилась до 65 % от суммарных выбросов, затем до 75 %. В настоящее время доля мобильных источников снижается.

Величина показателя выбросов, рассчитанная на единицу площади за 1996-2011 гг. составляла $7,4 \text{ т/км}^2$ и имеет выраженную тенденцию к сокращению, так как в последние годы составляет $5,6-5,7 \text{ т/км}^2$.

Такая же тенденция сохраняется и в пересчете на душу населения. Показатель выбросов составлял за 1996-2011 гг. - $0,16 \text{ т/чел.}$, а в последние годы примерно $0,13 \text{ т/чел.}$

Выбросы от стационарных источников. В настоящее время на территории Беларуси фиксируются выбросы от примерно 1900 промышленных предприятий, которые отчитываются по форме «1ОС-воздух». В начале XXI века количество предприятий достигало 2950. На большинстве предприятий по несколько источников выбросов загрязняющих веществ, суммарное количество которых превышает 130 тыс. Данный показатель в последние годы также имеет тенденцию к снижению. Оснащены установками очистки газов 11 938 источников, что составляет 11,5 %. Выбросы в последние годы составляют около 400 тыс. т. (в 2020 – 451 тыс. т). Более 85 % от общего объема загрязняющих веществ поступает на очистные сооружения и практически полностью улавливается и обезвреживается.

Около 70 % выбросов связаны с технологическими, производственными и другими процессами, а 30 % - это выбросы от сжигания топлива.

Структура выбросов стационарными источниками по ингредиентам не имеет в последние годы четко выраженной динамики (Рисунок 12).

Стационарные источники производят значительно больше диоксида серы (в 4-54 раза больше) и твердых веществ (в 1,5 раза больше) (особенно сажи и свинца), чем передвижные.

По сравнению с 1990 г. объем выбросов загрязняющих веществ стационарными источниками от основных отраслей экономики снизился более чем в 3 раза. Однако тенденция к снижению объемов выбросов прослеживалась до 2000 г., после чего объемы выбросов стабилизировались и в последние годы даже несколько увеличились. Наибольший вклад в выбросы от стационарных источников вносят обрабатывающая промышленность (38,3 %) и сельское хо-

зяйство (37,2 %), далее идут энергетика (13,7 %), транспорт (5,6 %) и остальные виды деятельности (5,4 %).

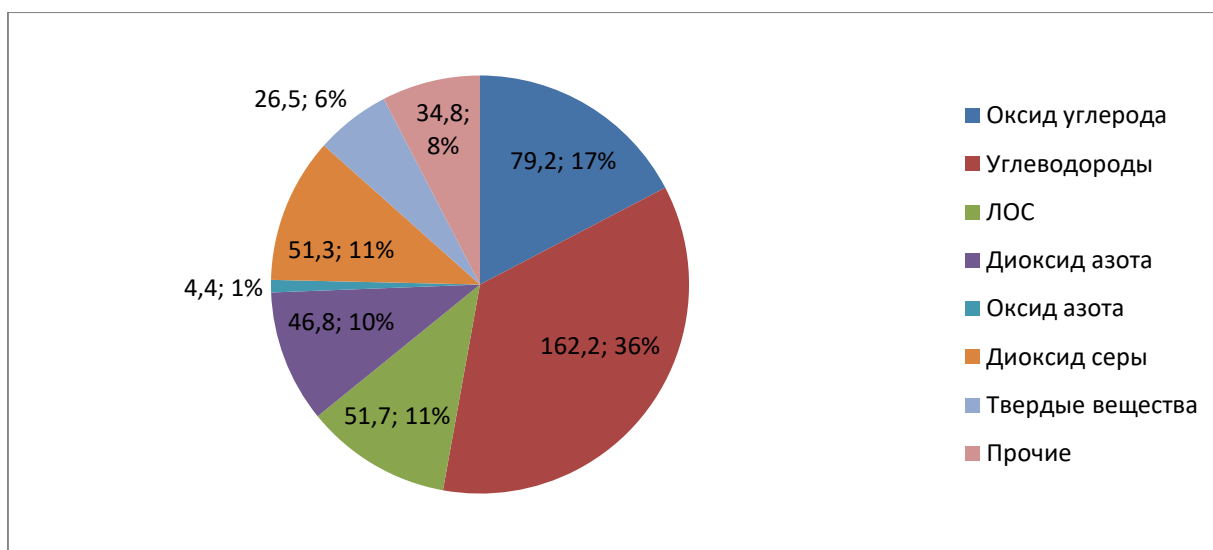


Рисунок 12 – Структура выбросов загрязняющих веществ в воздух от стационарных источников (средние значения за 2015-2021 гг. в тыс. т. и в %).

Среди предприятий безусловное лидерство принадлежит Новополоцкому ПО «Нафтан», Лукомльской ГРЭС и Мозырскому НПЗ, выбрасывающим ежегодно более 15 тыс. т. загрязняющих веществ. Еще на 10 – 15 предприятиях объемы выбросов ежегодно составляют более 5 тыс. т. в год. Среди них - крупнейшие ТЭЦ и ГРЭС, предприятия по производству удобрений, цемента, причем объемы их выбросов существенно отличаются по годам (могут увеличиваться либо уменьшаться на 20 – 40 %).

Причины снижения выбросов по сравнению с 1991 годом: спад производства, перевод энергетики и многих промышленных предприятий с твердых и жидких видов топлива на природный газ, что существенно уменьшило объем выбросов, проведение природоохранных мероприятий (построены либо реконструированы газоочистные сооружения, внесены изменения в технологические процессы).

Среди городов наибольшие объемы выбросов от стационарных источников: в Новополоцке (около 57 тыс.т), Минске (около 20 тыс.т), Гомеле, Гродно, Могилеве, Новолукомле, Витебске, Бобруйске, Солигорске (более 10 тыс. т., либо близко к тому). Структура выбросов различается по городам в зависимости от количества и специализации предприятий. Так, в Новополоцке среди загрязняющих веществ преобладают углеводороды, в Минске – оксид углерода, в остальных перечисленных городах - диоксид серы и оксиды азота.

Выбросы от передвижных источников. Выбросы от передвижных источников в Республике Беларусь также сокращаются, несмотря на увеличение количество автомобилей. В 1996-2011 гг. они составляли более 1100 тыс. т. , в 2015-2018 – около 790 тыс.т, 2020-2021 гг. – 725 тыс. т.

Объемы выбросов автотранспорта с 1990 г сократились более чем в 2 раза. При этом значительно вырос автомобильный парк, однако в транспортных потоках увеличилась доля машин со значительно меньшими удельными расходами топлива на километр пробега.

Значительно улучшилось качество топлива: примерно на 20 % возросло использование бензина марки А 92 и А 95 и прекращено потребление бензина А 80; практически 50 % составила доля дизельного топлива.

За последнее десятилетие XX века была решена проблема выбросов автотранспортом свинца, так как перестал использоваться этилированный бензин. Выбросы свинца уже в 1996 г. сократились в 80 раз по сравнению с 1990 г., а в настоящее время практически равны нулю. Основа выбросов: оксид углерода (около 65 %), углеводороды (21 %), диоксид азота (11 %).

Автотранспорт по сравнению со стационарными источниками дает почти в 9 раз больше выбросов оксида углерода, более чем в 3 раза – углеводородов, почти в 2 раза - оксидов азота.

Продолжает оставаться острой проблема формальдегида, одного из наиболее токсичных загрязняющих веществ, относящихся к 1 классу опасности. Несмотря на то что его годовое суммарное количество в республике менее 1 тонны, ПДК превышен во многих городах страны.

Все выбросы от передвижных источников поступают в атмосферу без предварительной очистки и более равномерно распределяются по областям. Наблюдается прямая зависимость от количества автомобильного транспорта, густоты дорог и интенсивности движения по ним. Лидирующее положение занимает Минская область с г. Минск - более 350 тыс. т., что составляет 37 %.

Лидер по объемам выбросов от автотранспорта - Минский район – 80,1 тыс. т. (Самая высокая густота дорог и максимальная интенсивность движения автотранспорта) (Рисунок 13).

Высокие объемы выбросов (18 – 25 тыс. т) в прилегающих к столичному Дзержинском и Смолевичском районах, а также в пограничных Брестском и Гродненском районах.

Оценка качества воздуха по городам. В настоящее время в Республике Беларусь ведется мониторинг состояния атмосферного воздуха в крупнейших городах страны. Ниже приведены результаты наблюдений за 2016-2020 гг. и прогноз на 2035 г., сделанный учеными НАН Беларуси, которые предложили инерционный и оптимистический сценарии изменения выбросов. Первый из них предполагает сохранение современных темпов изменения выбросов, а второй с учетом внедрения новых технологий.

Доля проб с концентрациями загрязняющих веществ менее 0,5 ПДК составляла по годам от 87 % до 99%, выше ПДК менее 1 %. Количество дней со среднесуточными концентрациями твердых частиц выше ПДК в городах Беларуси ниже целевого показателя в странах ЕС.

Стабильно низкий уровень загрязнения аммиаком, сероуглеродом, спиртом метиловым, сероводородом, свинцом, кадмием, бенз/а/пиреном, ЛОС. Проблемные загрязнители: твердые частицы, формальдегид и приземный озон.

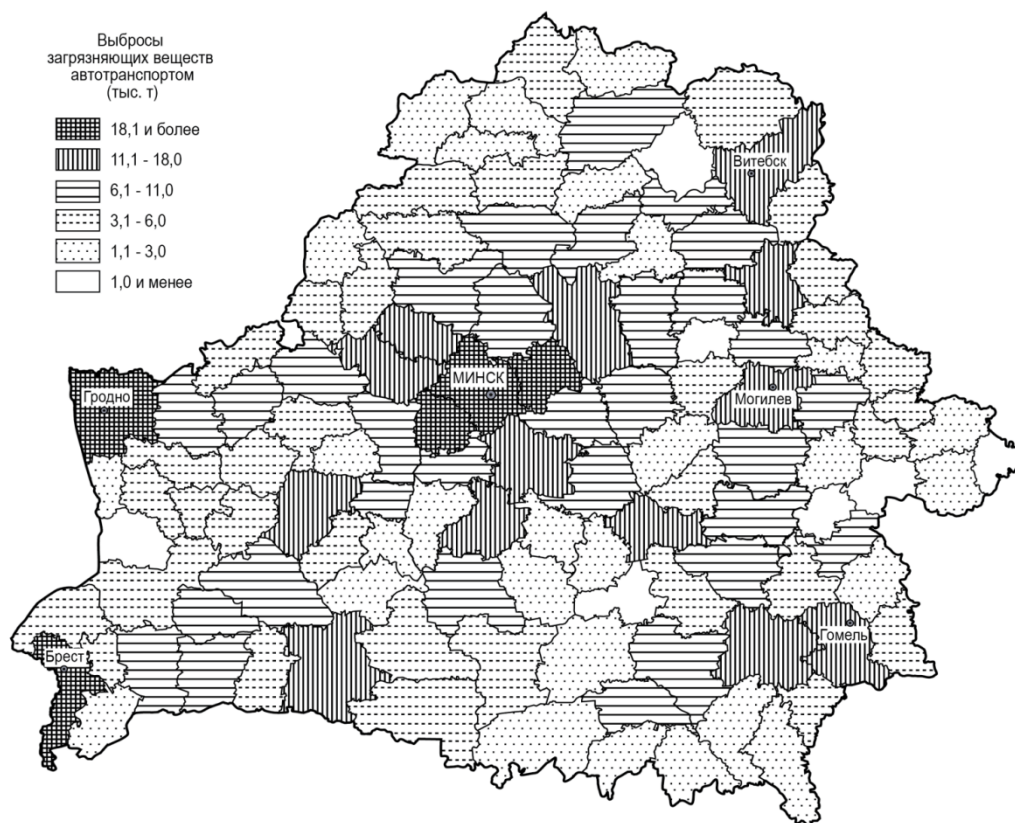


Рисунок 13 – Выбросы загрязняющих веществ автотранспортом (тыс.т)

В Полесье отмечено повышенное содержание твердых частиц (пыль), особенно сильно в Гомеле и Жлобине; приземного озона в Бресте, Гродно, Могилеве, формальдегида летом во многих городах, а в Бресте и Могилеве до 3 ПДК.

Наблюдается тенденция увеличения загрязнения фенолом (Полоцк Новополоцк), аммиаком (Гомель), сероводородом (Могилев, Полоцк, Новополоцк).

За пятилетний период отмечен рост концентраций углерода оксида и азота диоксида в воздухе Бобруйска, Бреста, Лиды, азота диоксида – в воздухе Светлогорска.

В последние годы прослеживается тенденция снижения среднегодовых концентраций специфических загрязняющих веществ в городах. Уровень загрязнения воздуха бенз(а)пиреном, ЛОС, свинцом и кадмием на протяжении многих лет сохраняется стабильно низким.

Анализ данных по содержанию в воздухе углерода оксида и азота диоксида показал, что за 5 лет отмечен рост концентраций углерода оксида в воздухе Борисова, Бреста, Витебска, Пинска и Светлогорска, азота диоксида – в воздухе Бреста, Гродно, Лиды, Могилева и Светлогорска.

Прогноз изменения выбросов к 2035 году сделан по следующим загрязняющим веществам: твердые частицы, диоксид серы, оксиды углерода и аммиак.

Прогнозируется увеличение к 2035 году выбросов твердых частиц по сравнению с базовым 2015 годом на 13 % при реализации инерционного сценария, либо их сокращение на 4 % при реализации оптимистического сценария. Реализация оптимистического сценария возможна при снижении доли выбросов ТЧ от передвижных источников и сельским хозяйством, а также уменьшении доли сжигания топлива в промышленном секторе.

Выбросы диоксидов серы к 2035 г. увеличатся на 8,9 % при реализации инерционного сценария, либо снизятся на 15 % при реализации оптимистического сценария. Основные источники поступления диоксидов серы промышленность и сжигание топлива, поэтому снижение выбросов возможно при сокращении доли энергетического сектора, а также доли нефтепереработки, производства серной кислоты и цемента в промышленном секторе.

Выбросы оксидов углерода к 2035 году могут увеличиться на 19,4 % при реализации инерционного сценария, либо снизиться на 10 % при реализации оптимистического сценария. Более половины выбросов оксидов углерода осуществляется за счет бытового сектора, а ещё 34 % связаны с энергетическим сектором, поэтому реализация оптимистического сценария возможна прежде всего за счет снижения выбросов предприятиями теплоэнергетики.

Выбросы аммиака при развитии инерционного сценария увеличатся на 9,3 % к 2035 году, либо останутся на прежнем уровне при реализации оптимистического сценария. Выбросы аммиака на 95 % связаны с сельским хозяйством, прежде всего животноводством, поэтому реализация оптимистического сценария возможна при снижении доли животноводства в сельскохозяйственном производстве.

О качестве воздуха в городах страны в последние годы можно сделать определенные выводы:

Барановичи. По результатам наблюдений, состояние атмосферного воздуха оценивалось как стабильно хорошее. В последние пять лет наблюдается устойчивая тенденция снижения уровня загрязнения воздуха углерода оксидом и твердыми частицами. По сравнению с 2016 г. их концентрации снизились примерно в 2 раза.

Бобруйск. За 5 лет самый высокий уровень загрязнения воздуха углерода оксидом наблюдался в 2017 г., в последующие годы среднегодовые концентрации снизились. Однако концентрации углерода оксида превышают ПДК и к 2035 году превышения сохранятся. Среднегодовые концентрации азота диоксида в период с 2017 г. по 2019 г. имели тенденцию к росту, однако в 2020 г. существенное снижение на 41 % по сравнению с 2016 г. Концентрации азота диоксида также превышают ПДК и по прогнозу они к 2035 году вырастут на 27 %. Динамика среднегодовых концентраций фенола и аммиака неустойчива. Уровень загрязнения воздуха аммиаком, по сравнению с 2016 г., возрос в 2 раза. Выбросы фенола также превышают ПДК и к 2035 году прогнозируется их рост на 26 %.

Борисов. По результатам наблюдений, качество воздуха соответствовало установленным нормативам ПДК. Начиная с 2017 г. прослеживается динамика увеличения уровня загрязнения воздуха углерода оксидом и фенолом. Так, по сравнению с 2016 г. содержание в воздухе углерода оксида возросло на 28 %, фенола – на 13 %. В период с 2016 г. по 2018 г. имело место увеличение среднегодовых концентраций азота диоксида, а в 2019-2020 г. наметилась тенденция к снижению.

Брест. По результатам стационарных наблюдений состояние воздуха оценивалось как стабильно хорошее. Как и в предыдущие годы, ухудшение качества воздуха в летний период было связано с повышенным содержанием формальдегида и приземного озона. Согласно рассчитанным значениям индекса качества атмосферного воздуха, состояние воздуха в 2020 г. оценивалось, как очень хорошее, хорошее и умеренное. Доля периодов с удовлетворительным качеством атмосферного воздуха была незначительна, периоды с плохим и очень плохим качеством отсутствовали.

Отмечается превышение ПДК по среднегодовым концентрациям оксида углерода, которые по прогнозу к 2035 году снизятся на 8 %, однако превышение ПДК сохранится.

Витебск. По индексу качества атмосферного воздуха, состояние воздуха в 2020 г. очень хорошее и хорошее, доля периодов с умеренным и удовлетворительным качеством воздуха была незначительна, с плохим и очень плохим отсутствовали. Динамика изменения содержания углерода оксида нестабильна: с 2016 г. по 2018 г. устойчивый рост среднегодовых концентраций, в 2019 г. снижение, в 2020 г. снова рост. Однако на протяжении всех лет наблюдается превышение ПДК по данному ингредиенту. К 2035 году прогнозируется незначительное снижение концентраций, однако ПДК будет превышена. В последние 3 года тенденция снижения содержания азота диоксида (в 2020 г., по сравнению с 2016 г., снижение 24 %). По прогнозу к 2035 году концентрации диоксида азота вырастут на 23 % и превысят ПДК. Уровень загрязнения воздуха твердыми частицами (пыль/аэрозоль) снизился и стабилизировался. Тенденции среднегодовых концентраций фенола и аммиака неустойчивы, однако ПДК не превышены.

Гомель. Качество воздуха в 2020 г. не всегда соответствовало ПДК. Его ухудшение весной и осенью связано с повышенным содержанием твердых частиц, летом – формальдегида, эпизодически – углерода оксида. Выбросы твердых частиц к 2035 незначительно вырастут, более существенно увеличатся концентрации оксида углерода (21 %), диоксида азота (22 %), однако ПДК не будет превышена. Содержание фенола и аммиака по прогнозу будет снижаться. Согласно рассчитанным значениям индекса качества атмосферного воздуха, состояние воздуха в 2020 г. оценивалось, в основном, как очень хорошее и хорошее, доля периодов с умеренным, удовлетворительным, плохим и очень плохим качеством атмосферного воздуха была незначительной.

Гродно. По результатам стационарных наблюдений, большую часть года состояние атмосферного воздуха оценивалось как стабильно хорошее. Ухудшение качества воздуха отмечено в периоды с дефицитом осадков. Согласно рас-

считанным значениям индекса качества атмосферного воздуха состояние воздуха в 2020 году оценивалось, в основном, как очень хорошее, хорошее и умеренное, доля периодов с удовлетворительным качеством атмосферного воздуха была незначительна, периоды с плохим и очень плохим качеством воздуха отсутствовали. Не по одному из загрязняющих веществ ПДК не превышены. Прогнозируется снижение концентраций всех видов загрязняющих веществ, кроме диоксида азота.

Жлобин. По результатам стационарных наблюдений, качество воздуха не всегда соответствовало установленным нормативам ПДК. Проблему загрязнения воздуха по-прежнему определяли повышенные концентрации ТЧ-2,5. Согласно рассчитанным значениям индекса качества атмосферного воздуха по ТЧ-2,5, состояние воздуха в 2020 г. оценивалось, в основном, как хорошее и умеренное, доля периодов с удовлетворительным, плохим и очень плохим качеством атмосферного воздуха составляла 1/5 часть года.

Луда. По результатам стационарных наблюдений, состояние воздуха оценивалось как стабильно хорошее. Превышений нормативов ПДК не зафиксировано. В период с 2016 г. по 2019 г. наблюдалась устойчивая тенденция увеличения уровня загрязнения воздуха азота диоксидом, в 2020 г. отмечено снижение уровня, по сравнению с 2019 г. Динамика изменения среднегодовых концентраций углерода оксида в 2016-2019 гг. стабильная, однако в 2020 г. наблюдалось снижение концентрации. Содержание в воздухе твердых частиц (пыль/аэрозоль) в 2016-2018 гг. сохранялось на одном уровне, а в 2019-2019 гг. незначительно возросло.

Минск. Согласно рассчитанным значениям индекса качества атмосферного воздуха состояние воздуха в 2020 г. оценивалось в основном как хорошее и очень хорошее, доля периодов с умеренным, удовлетворительным, плохим и очень плохим качеством атмосферного воздуха была незначительна. Такие периоды были связаны в основном с повышенным содержанием в воздухе твердых частиц весной и в октябре и приземного озона в летний период.

Могилев. В 2020 г. наблюдалось снижение уровня загрязнения воздуха специфическими загрязняющими веществами. Содержание углерода оксида на уровне 2019 г., азота диоксида возросло (на 10 %). Среднегодовая концентрация азота диоксида превышала ПДК в 1,3 раза. К 2035 году концентрации азота диоксида несколько снизятся, но превышение ПДК сохранится. В районе пер. Крупской - высокое содержание в воздухе ТЧ-10. Летом - повышенные концентрации формальдегида. Однако по сравнению с 2019 г. уровень загрязнения снизился в 2 раза. На перспективу планируется существенное (1,5 раза) снижение концентрации оксида углерода, аммиака, но увеличение концентрации сероводорода. По индексу качества атмосферного воздуха, состояние в 2020 г. оценивалось, как очень хорошее, хорошее и умеренное, доля периодов с удовлетворительным и плохим качеством воздуха незначительна, с очень плохим качеством отсутствовали.

Мозырь. По результатам стационарных наблюдений, качество воздуха не всегда соответствовало ПДК. Превышения нормативов ПДК зафиксированы по твердым частицам (пыль/аэрозоль) и формальдегиду. По сравнению с 2019 г.

отмечено снижение содержания в воздухе загрязняющих веществ. Наблюдается устойчивая тенденция снижения содержания в воздухе азота диоксида и углерода оксида. Динамика изменения содержания в воздухе твердых частиц (пыль/аэрозоль) неустойчива: в 2017 г. снижение содержания, в 2018-2019 гг. среднегодовые концентрации возросли, а в 2020 г. снова снижение. В последние годы уровень загрязнения сероводородом снизился и стабилизировался.

Мозырский промузел. По индексу качества атмосферного воздуха, состояние воздуха в 2020 г. оценивалось как очень хорошее и хорошее, доля периодов с умеренным, удовлетворительным, плохим и очень плохим качеством воздуха незначительна. Уровень загрязнения воздуха азота оксидами за последние 5 лет изменялся незначительно. Наблюдается устойчивая тенденция увеличения уровня загрязнения воздуха ТЧ-10. Динамика изменения среднегодовых концентраций углерода оксида и приземного озона неустойчива. За 5 лет наибольшее значение среднегодовой концентрации углерода оксида зафиксировано в 2016 г., приземного озона – в 2018 г.

Новополоцк. По результатам стационарных наблюдений, содержание в воздухе серы диоксида по сравнению с 2019 г. существенно снизилось. Согласно рассчитанным значениям индекса качества атмосферного воздуха, состояние воздуха в 2020 г. оценивалось, в основном, как очень хорошее и хорошее. Периоды с умеренным, удовлетворительным, плохим и очень плохим качеством атмосферного воздуха в течение года отсутствовали. Не по одному из загрязняющих веществ ПДК не превышены и по прогнозу к 2035 году предполагается их незначительное уменьшение, кроме аммиака концентрации которого вырастут на 40 %.

Орша. По результатам стационарных наблюдений, большую часть года состояние атмосферного воздуха оценивалось как стабильно хорошее. Ухудшение качества воздуха в летний период было связано с повышенным содержанием в воздухе формальдегида. За 5 лет увеличение среднегодовых концентраций азота диоксида отмечено в 2016 г. и 2019 г., в остальные годы они были примерно на одном уровне. ПДК по данному загрязняющему веществу не превышены, однако прогнозируется увеличение концентраций к 2035 году на 20 %. Динамика среднегодовых концентраций углерода оксида устойчива, отклонения не превышают 6 %, однако ПДК превышена и к 2035 г. прогнозируется дальнейший рост его концентраций на 8 %. Уровень загрязнения воздуха твердыми частицами (пыль/аэрозоль) стабильно низкий.

Пинск. Большую часть 2020 г. качество воздуха соответствовало ПДК. Как и в 2019 г., проблему загрязнения воздуха в летний период определяли повышенные концентрации специфических загрязняющих веществ. Наблюдается устойчивая динамика увеличения среднегодовых концентраций углерода оксида, содержание которого превышает ПДК. Среднегодовая концентрация в 2020 г. по сравнению с 2016 г. увеличилась в 2 раза, прогнозируется дальнейший рост его концентрации к 2035 году на 18 %. Тенденция изменения содержания азота диоксида неустойчива: в 2016-2018 гг. снижение, с 2019 г. – рост, который будет наблюдаться до 2035 г. В последние годы наблюдается снижение

содержания в воздухе фенола. Уровень загрязнения воздуха твердыми частицами (пыль/аэрозоль) стабилизировался.

Полоцк. В 2020 г. уровень загрязнения воздуха большинством загрязняющих веществ снизился. Большую часть года качество воздуха соответствовало ПДК. Превышения ПДК зафиксированы только в нескольких пробах воздуха. По индексу качества атмосферного воздуха, состояние воздуха в 2020 г. оценивалось, в основном, как очень хорошее и хорошее, доля периодов с умеренным качеством атмосферного воздуха была незначительна. Периоды с удовлетворительным, плохим и очень плохим качеством воздуха отсутствовали. По всем показателям, кроме диоксида азота прогнозируется сокращение выбросов к 2035 году.

Речица. Большую часть 2020 г. состояние атмосферного воздуха соответствовало ПДК. Ухудшение качества воздуха в отдельные периоды было связано с повышенным содержанием твердых частиц. Наметилась устойчивая тенденция снижения среднегодовых концентраций твердых частиц (пыль/аэрозоль) и углерода оксида. Уровень загрязнения воздуха азота диоксидом стабилизировался. Среднегодовые концентрации аммиака в 2016-2018 гг. были на одном уровне, в 2019 г. наблюдалось увеличение содержания, в 2020 г. уровень снизился. Динамика среднегодовых концентраций фенола неустойчива.

Светлогорск. По результатам стационарных наблюдений, в 2020 г. состояние атмосферного воздуха в основном соответствовало ПДК. Превышение норматива ПДК в единичной пробе воздуха. В 2017-2018 гг. и 2020 г. среднегодовые концентрации азота диоксида находились на одном уровне, а в 2019 г. самое высокое. В 2017-2018 гг. увеличение содержания твердых частиц (пыль/аэрозоль), в 2019-2020 гг. – снижение. Прослеживается тенденция увеличения загрязнения воздуха углерода оксидом, по сравнению с 2016 г. среднегодовая концентрация возросла на 52 % и превысила ПДК. Уровень загрязнения воздуха сероуглеродом стабилизировался. По всем загрязняющим веществам прогнозируется снижение концентраций к 2035 году.

Солигорск. По индексу качества атмосферного воздуха, состояние воздуха в 2020 г. оценивалось, как очень хорошее, хорошее и умеренное, доля периодов с удовлетворительным качеством атмосферного воздуха незначительна. Периоды с плохим и очень плохим качеством воздуха отсутствовали. За 5 лет устойчивая тенденция снижения среднегодовых концентраций углерода оксида. Уровень загрязнения воздуха азота оксидами и ТЧ-10 в последние три года стабилизировался. Динамика содержания в воздухе серы диоксида и приземного озона неустойчива.

Выводы:

1. Уменьшение объемов выбросов загрязняющих веществ на рубеже веков не сопровождается адекватным улучшением качества воздуха.
2. В городах множество источников загрязнения остаются неучтенными.
3. При неблагоприятных для рассеивания загрязняющих веществ метеорологических условиях разовые концентрации примесей превышали ПДК в большинстве контролируемых городов.

4. Почти 2,4 млн человек городского населения республики находятся под воздействием концентраций вредных веществ выше ПДК, а 370 тыс. человек периодически испытывают влияние высоких уровней загрязнения.

5. Доля административных районов с высоким (5,4 %) и повышенным (8,5 %) уровнем загрязнения атмосферного воздуха в сравнении со среднереспубликанским уровнем существенно уступает районам с низким уровнем (64,1%).

Кислотность атмосферных осадков. Основная причина выпадения кислотных дождей – наличие в атмосфере за счет промышленных выбросов оксидов серы и азота, хлористого водорода и других кислотообразующих соединений. В результате дождь и снег оказываются подкисленными.

Присутствие в воздухе заметных количеств, например, аммиака или ионов кальция приводит к выпадению не кислотных, а щелочных осадков. Однако их также принято называть кислотными, поскольку они при попадании на почву или в водоем меняют их кислотность.

Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния подписана Республикой Беларусь в 1979 и ратифицирована в 1980 гг. Из 8 протоколов конвенции Беларусь ратифицировала Женевский протокол, касающийся финансирования совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП) в 1985 г., протокол о сокращении выбросов оксидов азота или их трансграничных потоков в 1989 г. и Хельсинкский протокол о сокращении, по крайней мере на 30 %, выбросов серы или их трансграничных потоков в 1986 г.

Республика Беларусь регулярно представляет в секретариат Конвенции отчеты о выбросах основных загрязняющих веществ.

После принятия Женевской конвенции произошло сокращение выбросов загрязняющих веществ с атмосферными осадками. Общее сокращение выбросов серы в Европе составило около 70 %. В Беларуси выбросы серы сократились примерно на 80 %. Сокращение выбросов оксидов серы до потолков, установленных Гетеборгским протоколом на 2010 г., уже достигнуто половиной стран. В результате сокращения атмосферных выпадений серы сократилось влияние кислотных осадков на экосистемы, природные воды и здоровье человека.

Борьба с выбросами оксидов азота, основным источником поступления которых является транспорт, не была столь успешной. Общее сокращение выбросов оксидов азота в Европе с момента подписания Женевской конвенции составило 25–30 %, в Беларуси – 43%.

По сравнению с 1990 г. выпадения загрязняющих веществ сократились на 40 – 75 %. Характерно резкое преобладание в составе атмосферных выпадений трансграничной составляющей. Доля трансграничной серы составляет 86 %, окисленного азота – 93 %, восстановленного азота – 59 %, бензо(а)пирена – 68 %. Около 70% антропогенного свинца, 80% кадмия и ртути также имеют внешнее происхождение.

В поступлении на территорию Беларуси загрязняющих веществ основной вклад принадлежит странам–соседям: Польше, Германии, Украине, России. Восстановленный азот имеет в основном местное происхождение.

Более 60% серы и восстановленного азота, около 90% окисленного азота от источников на территории Беларуси выпадает на территорию других стран.

Трансграничная составляющая содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках определяется на станциях фонового мониторинга (Высокое, Браслав и Мстиславль).

Для примера приведены показатели 2015 г. На станции Высокое значения рН атмосферных осадков 5,00–7,10, при среднем годовом 6,54. Минимальное значение рН отмечено в первой декаде февраля, максимальное – 22–23 июня.

На станции Браслав диапазон значений рН более широкий: 5,26–9,08, при среднем годовом 7,68. Выпадения осадков с рН > 8,0 зафиксированы, в основном, в теплый период года, с рН < 5,5 – в декабре.

На станции Мстиславль рН атмосферных осадков варьировались в диапазоне 5,50–7,57. Минимальное значение рН отмечено в июне, максимальное в осадках, выпавших 26–27 июля.

В 2015 г. на станциях Высокое и Браслав отмечено увеличение содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках. На станции Высокое концентрации сульфатной серы, азота окисленного и азота восстановленного повысились на 26–32%, на станции Браслав – на 62–83%. Некоторое снижение содержания сульфатной серы и азота восстановленного отмечено на станции Мстиславль.

Как и в предыдущие годы, диапазон минимальных и максимальных концентраций загрязняющих веществ весьма значителен. По большинству компонентов максимальные концентрации на несколько порядков выше минимальных концентраций. Максимальные концентрации сульфатной серы и азота восстановленного в суточных выпадениях осадков на станции Высокое зарегистрированы в июне–июле, азота окисленного – в начале апреля. На станции Браслав максимальные концентрации отмечены в январе–марте, на станции Мстиславль – в январе, апреле и сентябре.

В годовом ходе существенное увеличение содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках, выпавших в районе станции Высокое, зафиксировано в феврале, июне и августе, на станции Браслав – в феврале–марте. Следует отметить, что в эти месяцы наблюдался дефицит осадков. В районе станции Мстиславль содержание сульфатной серы в отопительный сезон было в 2 раза выше, чем в теплый период года.

Динамика среднегодовых взвешенных концентраций серы и азота на станции Высокое по-прежнему очень неустойчива. Вместе с тем, содержание сульфатной серы в атмосферных осадках в 2006–2015 гг. было ниже, чем в предыдущее 10-летие.

Среднегодовые взвешенные концентрации азота варьируются в узком диапазоне: 0,35–0,72 мг/дм³ азота окисленного и 0,50–0,98 мг/дм³ – азота восстановленного. Кислотность осадков обусловлена распределением вклада основных кислотообразующих ионов (SO²⁻₄ и NO⁻₃) и ионов HCO⁻₃.

Среднегодовые величины рН осадков в Лиде, Минске, на Нарочи, Бобруйске, Березинском заповеднике, Березино, Жлобине и Мозыре находились в пределах 5,9-6,1; Барановичах и Полоцке – 6,5–6,6; в остальных пунктах – 6,2–6,4.

В 6 пунктах в суточных пробах атмосферных осадков зафиксированы кислые ($\text{pH} < 5,0$) осадки, большинство из них – в Жлобине и Мозыре. В Минске и Могилеве количество дней с выпадениями кислых осадков составляло 3 и 4, соответственно, в Бобруйске и Березинском заповеднике – 11 и 12, соответственно. В Мозыре, Бобруйске и Березинском заповеднике выпадения кислых осадков отмечены, в основном, в холодный период года. В Жлобине выпадения кислых осадков отмечали почти ежемесячно.

Минимальные значения рН составляли: в Могилеве – 4,74, Бобруйске и Минске – 4,11, Мозыре – 4,23, Жлобине и Березинском заповеднике – 4,06.

Как и в предыдущие годы, для большинства пунктов характерны слабощелочные осадки в Барановичах, Бобруйске, Пружанах, Орше, Полоцке, Пинске, Гомеле, Бресте, Минске, Борисове.

В 7 пунктах зафиксированы выпадения щелочных осадков ($\text{pH} > 7,0$). Чаще всего выпадения щелочных осадков отмечались в Борисове, Орше, Полоцке и Могилеве. Максимальное значение ($\text{pH} = 8,65$) зарегистрировано 23 июня в Могилеве. В Березинском заповеднике выпадения слабощелочных осадков отмечали во все месяцы, кроме марта. Максимальное значение ($\text{pH} = 6,66$) зафиксировано 30 июня.

На станции фоновый мониторинг Березинский заповедник, в Бресте, Минске и Мозыре выпадали осадки с малой минерализацией (не более 15,0 мг/дм³). В Барановичах минерализация осадков составляла 37,1 мг/дм³. В остальных пунктах мониторинга среднегодовая минерализация находилась в пределах 16,3–28,3 мг/дм³. В большинстве пунктов отмечено увеличение минерализации атмосферных осадков. Существенное снижение минерализации осадков зафиксировано только в Пружанах.

В осадках, выпавших в Барановичах, Борисове, Гродно, Минске, Мозыре, Пинске и Пружанах, доминировали гидрокарбонаты и сульфаты, в Бобруйске, Бресте, Березино, Березинском заповеднике, Гомеле, Жлобине, Могилеве, Новогрудке, Орше и на Нарочи – гидрокарбонаты и нитраты. В Полоцке вклад сульфатов и нитратов в общую минерализацию равнозначен.

Большинство выпадений кислых осадков – в Жлобине и Мозыре, щелочных – в Борисове, Орше, Полоцке и Могилеве. В Полоцке, расположенном в ближнем следе загрязнения от крупного источника выбросов серы диоксида – Новополоцкого промузла, закисление на протяжении многих лет не регистрируется.

В соответствии с прогнозом ученых НАН Беларуси выпадения валового азота к 2035 г. составят от 300 до 770 экв/га. Максимальные значения будут наблюдаться на юге и юго-западе страны, минимальные – на северо-востоке.

Выпадения восстановленного азота к 2035 году составят от 210 мг/м² преимущественно на северо-востоке страны, до 820 мг/м² на юго-западе. Выпадения окисленного азота будут находиться в пределах 250-400

мг/м²/год, прогнозируется, что закислению будут подвержены около 3,8 тыс. км² лесных экосистем.

Возможные экологические угрозы, связанные с прогнозируемым загрязнением воздуха в 2035 году:

1. Повышенная концентрация ГЧ-2,5 может привести к снижению продолжительности жизни на 5-5,7 месяца. Максимальное снижение продолжительности жизни вероятно в Минском и Гомельском районах.

2. В результате выпадения азота возможно закисление лесных экосистем на площади 3,5-3,8 тыс. км².

3. Превышение в большинстве районов страны критической нагрузки по валовому азоту (200-400 экв/га) может привести к снижению биоразнообразия экосистем.

Мероприятия по предотвращению экологических угроз:

1. Переход на возобновляемые источники энергии и снижение использования ископаемых видов топлива.

2. Замена энергетического оборудования и технологий, установка электрофильтров.

3. Получение мазута с низким содержанием серы.

4. Снижение выбросов аммиака при производстве азотных удобрений, модернизация мест содержания животных.

5. Обновление парка транспортных средств, переход на электромобили.

1

.

3

Изменение речного стока в Республике Беларусь. По территории Беларуси протекает 1450 рек, загрязнение вод и проблемы рационального использования водных ресурсов более 19300 водотоков длиной менее 10 км. К бассейну Черного моря относится 57 % территории страны, к бассейну Балтийского моря – 43 %.

Вся водная масса рек и ручьев формирует речной сток, общий объем которого в Беларуси составляет 57,7 км³. Частично он формируется за счет атмосферных осадков (36,4 км³), частично приносится реками из-за пределов страны. Доля транзитного стока составляет 21,3 км³. В многоводные годы суммарный речной сток может достигать 96 км³, а в маловодные может снижаться до 30 км³.

Около 9 км³ воды сосредоточено в 11 тыс. озер и 150 водохранилищах Беларуси.

Обеспеченность водными ресурсами в Беларуси составляет около 6 тыс. м³ на одного жителя в год, что соответствует средневропейскому показателю. Это существенно выше, чем во многих странах Центральной и Южной Европы, но меньше, чем в России и странах Северной Европы.

Современные изменения климата не приводят к сокращению стока: многоводные периоды чередуются с маловодными и в большинстве годов отклонения

от средних значений составляют 15-20 %. Увеличилась неравномерность распределения стока по регионам страны: в южных и центральных районах страны сток за последние 50 лет сократился по всем сезонам года, кроме зимы, а в северных районах страны сток вырос. Среднегодовой сток в некоторых районах бассейнов Западного Буга, Припяти, Немана снизился на 10-20 %, а в пределах бассейнов Западной Двины, Днепра, Сожа увеличился на 10-20%, а местами на северо-востоке более, чем на 40 %.

Пресные подземные воды сосредоточены в толще горных пород средней мощностью около 300 м (от 150 до 400 м), а в Подляско-Брестской впадине даже до 1000 м. Они формируются в основном за счет атмосферных осадков, частично подтока вод из нижних гидродинамических зон и составляют 15,9 км³/год. Балансовые запасы пресных подземных вод составляют около 6,8 млн м³/сут.

Распределение естественных ресурсов пресных подземных вод по районам Беларуси имеет некоторые особенности. Наибольшие значения характерны для центральных и северо-западных районов, где ресурсы составляют более 600 тыс. м³/сут. Восточные регионы Витебской, Могилевской и Гомельской областей отличаются малыми запасами подземных вод (100-200 тыс. м³/сут).

Антропогенная нагрузка на водные объекты изменяет величину стока рек и их гидрологический режим. В Белорусском Полесье – густая сеть осушительных каналов. Спрявлено и углублено около 200 рек и ручьев на участках общей длиной 4 тыс. км, из них около 100 – на всем протяжении. В той или иной степени преобразовано 3 % всех естественных водотоков. Общая длина открытой мелиоративной сети составляет 65 тыс. км, что превышает протяженность естественной гидрографической сети более чем в 2 раза.

Сосредоточенный отбор подземных вод крупными водозаборами вблизи малых рек оказывает существенное влияние на их сток. Так, под влиянием минских водозаборов подземных вод нарушен сток в верховьях рек Цна, Лошица, Слепянка, Волма, Тростянка и Сенница.

Выполненный анализ гидрологического режима крупных рек (Днепр, Зап.Двина, Вилия, Неман, Сож, Березина, Припять) за последние 100 лет позволяет сделать следующие выводы об изменении стока рек:

1). Главными факторами, вызывающими изменение стока являются природные факторы, при этом величина стока рек не зависит напрямую от количества выпавших осадков.

2). В период активной мелиорации (1965-1990 гг.) зафиксирован рост стока р. Припять во все месяцы кроме апреля и мая, а также среднегодового стока на 12 %. На других реках (Западная Двина, Неман, Днепр) среднегодовой сток уменьшился на 10-11 %, особенно ощутимо с августа по ноябрь, что подчеркивает отсутствие связи с количеством осадков.

3). На рубеже столетий внутригодовая неравномерность стока имеет тенденцию к "выполаживанию" сезонных колебаний. Снизилась доля весеннего и осеннего стока, увеличился зимний сток. Наиболее четко эта тенденция проявляется для Немана, Вилии и Березины.

4). Суммарное количество речного стока в целом для Беларуси в последние годы (1991-2020 гг.) изменялось по годам в достаточно широких пределах: от 43 до 89 км³. Среднее значение стока за период исследования оказалось близким к норме (около 60 км³). Выявленного тренда по изменению стока рек не наблюдается.

Проблемы водопользования. Водозабор. В рамках Государственного водного кадастра (ГВК) ведется учет:

- использования водных ресурсов;
- количества и качества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты по республике, по областям, по бассейнам рек, по отраслям экономики.

В течение 80-х – начале 90-х годов наблюдался рост объемов забора воды. Своего пика количество забранной воды (3055 млн м³/год) достигло в 1991 г. С 1992 по 1998 г. отчетливо прослеживается тенденция к уменьшению водозабора с ежегодным уменьшением на 8-17 % максимальное сокращение (17 %) суммарного объема забора воды зафиксировано в 1995 г.

Начиная с 1996 г. характерна стабилизация в объемах водозабора: его ежегодные уменьшения не превышали 60 млн м³ (примерно 3-4 % от годового показателя).

Незначительное уменьшение водозабора продолжается и в начале XXI века. С 2000 по 2020 гг. снижение добычи воды из подземных источников составило 26 % (с 1082 до 797 млн м³ в год). Изъятие поверхностных вод за 20 лет сократилось на 35 % (с 801 до 523 млн м³ в год).

В 2020 г. объем суммарного забора воды по стране составил 1 320 млн м³, что соответствует примерно 4,0 % от объема возобновляемых водных ресурсов.

Показатели современного водозабора и их динамика приведены в таблицах 19-21.

Таблица 19 – Динамика и структура водозабора, млн м³

Добыто воды									За 5 лет
Всего									
Из подземных источников									
Из поверхностных источников									

Таблица 20 – Современный водозабор по областям, млн.м³

Добыто воды									За 5 лет
Всего РБ									
Брестская									
Витебская									
Гомельская									
Гродненская									
г. Минск									
Минская									
Могилевская									

Таблица 21 – Водозабор по областям на душу населения, м³

Добыто воды								За 5 лет
Всего РБ								
Брестская								
Витебская								
Гомельская								
Гродненская								
г. Минск								
Минская								
Могилевская								

Водоснабжение городского населения осуществляется в основном из подземных водных источников. Для централизованного водоснабжения городов используются более 150 водозаборов. Суммарный отбор по водозаборам составляет около 1,7 млн м³/сут. Из поверхностных водозаборов обеспечиваются питьевой водой полностью только жители г.Полоцк, частично – городов Солигорск, Гродно, Минск и Гомель.

Постепенно изменялась структура общего водозабора. В первой половине 90-х годов доминировали поверхностные воды (55-60 %). С 1995 г. доля подземных вод постоянно превышала 50 %, в 2000-е годы она повысилась до 57-59 % и сохраняется в этих пределах вплоть до 2020 г.

Структура водозабора имеет региональные особенности. Доля подземного водоснабжения различается по областям: Минская – 46%, Брестская – 50 %, Гомельская – 51%, Витебская – 55 %, Могилевская – 68 %, Гродненская – 69 %, Минск – 99 %.

В настоящее время для городов в структуре водозабора на подземные воды приходится больше половины забираемой воды (76%). В Минске этот показатель наивысший – 99%, чуть меньше в Бресте – 96%, в Барановичах – 93%. В Солигорске добыча подземной воды для использования составляет лишь 27% от общего водопотребления, а в Гродно данный показатель равен 50%.

Выделяются 4 категории городов Беларуси по объему изъятия воды из природных источников:

- 1 – крупно добывающие (больше 60 млн м³): Минск,
- 2 – высоко добывающие (35-60 млн м³): Гомель, Гродно, Могилев,
- 3 – средне добывающие (15-35 млн м³): Витебск, Брест, Борисов, Бобруйск, Мозырь,
- 4 – мало добывающие (меньше 15 млн м³): Барановичи, Пинск, Солигорск, Орша, Жодино и др.

Таким образом, можно сделать следующие выводы по водозабору:

- города Беларуси обладают значительными ресурсами пресных подземных вод, многократно превышающими современные и перспективные объемы их потребления;

- Минск отличается наибольшими запасами и добычей вод из природных источников;

- для централизованного водоснабжения наибольшее количество подземных вод извлекается из четвертичного водоносного комплекса – 726 тыс. м³/сут., далее по значимости следуют воды девонских, меловых, верхнепротерозойских, неоген-палеогеновых и других отложений.

В стране организована обширная сеть наблюдательных скважин для изучения уровней и качества подземных вод. Анализ результатов режимных наблюдений свидетельствует о том, что снижение уровней подземных вод на большинстве групповых водозаборов не превышает допустимых значений. Практически все водозаборы работают на условиях установившегося или близкого к нему режима фильтрации.

Вместе с тем многолетняя и интенсивная эксплуатация подземных вод групповыми водозаборами в крупных промышленных центрах (Минск, Гомель, Гродно, Барановичи и др.) привела к формированию обширных депрессионных воронок в эксплуатируемых водоносных горизонтах. В настоящее время рассматривается вопрос об организации дополнительных водозаборов за чертой города Минска.

Использование водных ресурсов. Добытые из поверхностных и подземных источников воды используются в различных видах экономической деятельности. Основные виды использования водных ресурсов:

- хозяйственно-питьевые нужды (ЖКХ);
- сельское хозяйство, включая орошение;
- рыбоводство;
- промышленные нужды.

Использование воды в стране на протяжении длительного периода имеет тенденцию к сокращению. Более высокими темпами использование воды сокращалось в 1990-х годах, однако продолжилось и в XXI столетии. За 20 лет с 2000 г. использование воды сократилось на 521 млн м³ (31 %) и в 2020 г. составило 1179 млн м³ (почти 90 % водозабора).

Виды использования вод сохраняются с прошлого столетия, однако происходят изменения в их структуре. Удельный вес расходов воды на хозяйственно-питьевое водоснабжение вырос с 25 % (1990 г.) до 40 % в последние годы, а в 2005-2010 гг. достигал 45 %. Одновременно за этот период снизилась доля расхода воды на производственные нужды: с 36 до 27 %, а в 2005-2010 гг. она снижалась до 24 %.

Доля воды, используемой в рыбном прудовом хозяйстве в первой половине 90-х годов, составляла 25–29 %, в конце 90-х гг. она снизилась до 13 %, а к 2015-2020 гг. вновь возросла до 24 %.

Расход воды на сельскохозяйственные нужды более стабильный. В 1990-е годы он снизился, прежде всего, из-за сокращения поголовья скота, а в настоящее время (2015-2020 гг.) составляет около 9 %. К данной категории использования относится расход воды на орошение, который в начале 1990-х гг. достигал 2 % от общего водопотребления. К 2000 г. он снизился до 0,3 % и сохраняется на данном уровне в настоящее время.

Структура водопользования в Республике Беларусь в последние годы представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Структура современного водопользования в Беларуси, млн м³

Использовано, млн м ³								За 5 лет
Всего								
Хозяйственно-питьевое								
Сельское хозяйство								
Рыбоводство								
Промышленное								
Потери при транспортировке								

Начиная с 2005 г. наблюдается сокращение водозабора на нужды ЖКХ благодаря введению населением индивидуального приборного учета. Уже в 2008 г. в городах республики расход воды на душу населения снизился с 200-300 л/сут. и в среднем по республике составлял 184 л/сут. что существенно выше, чем в большинстве стран Европы – 120-150 л/сут. Если сравнивать с 2000 г., то уже к 2015 г. расход на одного жителя уменьшился вдвое.

Использование водных ресурсов имеет территориальные отличия по объему и по структуре водопользования (Таблицы 23, 24).

Таблица 23 – Территориальные особенности водопользования в Беларуси за 2015-2019 гг.

Регион	Использовано всего, среднее за 2015-2019, млн. м ³	На душу населения, среднее за 2015-2019 г., м ³
Беларусь		
Брестская		
Витебская		
Гомельская		
Гродненская		
г. Минск		
Минская		
Могилевская		

Таблица 24 – Структура использования вод по областям, % в области

Область	Хозяйственно-питьевое	Сельскохозяйственное	Рыбоводство	Промышленное
Брестская				
Витебская				
Гомельская				
Гродненская				
г. Минск		-	-	
Минская				
Могилевская				

Объем потерь воды при транспортировке к местам ее использования характеризует техническое состояние водопроводных систем в сфере ЖКХ.

Прослеживается отчетливая тенденция к уменьшению объемов потери воды в 2000-2020 гг. во всех исследуемых городах Беларуси. Минск отличается наибольшей разницей данного показателя по сравнению с 2000 г. и 2015 г. (на 13 млн м³).

Потери воды при транспортировке с 2013 по 2019 гг. снизились почти в 2 раза с 83 до 42 млн. м³.

Проблема сточных вод. Воды, отработанные в отраслях экономики, отводятся: в поверхностные водные объекты, подземные горизонты, на поля фильтрации, различного рода накопители. В Беларуси основное количество сточных вод (около 90 %) всегда сбрасывалось в реки и озера.

Как и другие показатели водопользования объемы сточных вод сокращались быстрыми темпами в конце 1990-х годов, а затем они постепенно стабилизировались. По сравнению с 1990 г. объем сточных вод уменьшился к 2010 г. на 48 %. Объем сточных вод довольно существенно меняется по годам. За 20 лет с 2000 по 2020 гг. объем сточных вод, поступающих в водные объекты сократился на 139 млн м³ (12 %) и составил 1035 млн м³.

Основной объем сточных вод образуется: в сфере жилищно-коммунального хозяйства (более 70 %), промышленности (более 20 %) и сельском хозяйстве (менее 10 %).

В структуре сточных вод в последние годы преобладают нормативно очищенные воды (около 70 %), нормативно чистые воды (без очистки) составляют 30 %, а недостаточно очищенные воды – менее 1 %.(Таблица 25).

По сравнению с 1990 г. почти в 4 раза уменьшился сброс нормативно-чистых вод, образующихся преимущественно на предприятиях сельского хозяйства, прудового рыбного хозяйства и в энергетической промышленности.

По данным Государственного водного кадастра в Беларуси в 2020 г. отведено 1152 млн м³ сточных вод, их них 89% в водные объекты, среди которых, как и ранее, количественно преобладали нормативно-очищенные воды. Среди исследуемых городов по этому показателю лидирует Минск, где все сточные вод сбрасываются в водные объекты. Данная особенность характерна для всех городов, кроме Витебска и Гродно.

Надо отметить, что за последние 20 лет в 9 раз сократился объем недостаточно очищенных вод и составил 2,67 млн м³.

Таблица 25 – Сброс сточных вод разной степени очистки, млн м³

Сброс воды								За 5 лет
Всего								
В поверхностные водоемы								
Без очистки								
Нормативно-очищенные								
Недостаточно-очищенные								

Серьезной проблемой для страны является загрязнение поверхностных водных объектов сточными водами. Среди областных центров по количеству сточных вод на протяжении ряда лет лидирует г. Минск, причем с 1995 г. их объем превышает таковой для всех областных центров вместе взятых. Несколько меньше по сравнению с Минском сточных вод приходится на Могилев, Гомель и Гродно. В Бресте Витебске их объемы наименьше по сравнению с остальными областными центрами.

Как правило, доля загрязненных сточных вод колеблется от 90 до 99% от общего объема сточных вод.

Вместе со сточными водами в водоемы поступают следующие загрязняющие вещества (Таблица 26).

Таблица 26 – Сброс загрязняющих веществ в сточных водах в 2015-2020 гг.

Загрязняющее вещества							За 5 лет
БПК ₅ , тыс.т							
Минерализация, тыс.т							
Сульфат-ионы, тыс.т							
Хлорид-ионы, тыс.т							
Аммоний-ионы, тыс.т							
Взвешенные вещества, тыс.т							
СПАВ, т							
Железо, т							
Хром, т							
Медь, т							
Цинк, т							
Свинец, т							

Более 60 % загрязненных сточных вод поступает от ЖКХ. В структуре загрязняющих веществ, поступающих с коммунальными водами: азот аммонийный – 92 %, нитриты – 75 %, фосфаты – 86 %, органические вещества – 77 %, СПАВ – 84 %, хлориды – 84 %, нефтепродукты – 83 %, взвешенные вещества – 70 %, сульфаты – 50 %.

Среди всех видов загрязнения подземных вод наибольшей интенсивностью отличается промышленное, хотя оно, как правило, охватывает относительно небольшие по площади территории.

Значительную опасность представляют сточные воды предприятий машиностроения и пищевой промышленности. Сточные воды молочной и маслосыродельной промышленности, образующиеся в результате различных технологических операций, содержат большое количество загрязнений органического и минерального происхождения. Среди стоков пищевых предприятий сточные воды крахмальных, спиртовых и пивоваренных заводов отличаются наиболее высокой концентрацией органических веществ и биогенных элементов. При их сбросе нарушается кислородный режим водоема, поступление значительных количеств азота и фосфора вызывает вторичное загрязнение воды. Сточные во-

ды предприятий машиностроения содержат большое количество масел и НП, взвешенных веществ, солей тяжелых металлов, кислот и щелочей.

Современные системы и схемы канализации городских поселений в Беларуси предусматривают, как правило, совместную очистку коммунальных и производственных сточных вод на единых очистных сооружениях.

В настоящее время на 205 поселений городского типа приходится 140 очистных сооружений. Суммарная мощность очистных сооружений выросла к 2019 г и составила 2580 млн м³, что более чем вдвое выше фактического объема сточных вод. Степень загрузки очистных сооружений в крупных городах остается в среднем на уровне 70–95 % в средних и малых городах – 40-60 %. Однако многие предприятия очистки принимают сточные воды с концентрацией по отдельным ингредиентам сверх нормируемых значений.

Вывод: Эффективность очистных сооружений снижается, так как, несмотря на сокращение объёмов сточных вод больше чем в 2 раза, адекватного улучшения качества поверхностных и подземных вод не наблюдается.

Качество поверхностных вод Беларуси. Наличие загрязняющих веществ в сточных водах приводит к ухудшению качества воды в водных объектах страны. В структуре НСМОС проводится мониторинг поверхностных и подземных вод.

Мониторинг поверхностных вод проводится Белгидрометом почти на 250 пунктах наблюдений расположенных на 120 водных объектов (около 80 водотоков и около 40 водоемов). Количество пунктов наблюдений по годам меняется, но охватывает бассейны всех рек.

Для оценки качества воды и состояния водных экосистем используются показатели:

- экологической безопасности в области охраны вод;
- качества воды и предельно допустимые концентрации химических веществ в воде поверхностных водных объектов (ПДК).

Загрязняющие вещества поступают в водные объекты:

- с выпусками промышленных и коммунальных сточных вод;
- с ливневым стоком с территорий предприятий и городов, стоянок автотранспорта и дорожных магистралей;
- со сбросом отходов с животноводческих комплексов;
- с выносом не ассимилированных растениями химических компонентов удобрений с сельскохозяйственных угодий.

Для оценки качества поверхностных вод и определения динамики их изменения до 2013 г. использовался расчетный показатель – индекс загрязненности вод (ИЗВ) по химическим соединениям и индекс сапробности по гидробиологическим показателям.

Расчет ИЗВ производился по среднегодовым концентрациям шести ингредиентов: растворенный кислород, БПК₅, азот аммонийный и нитритный, цинк и нефтепродукты.

$$\text{ИЗВ} = (C_i / \text{ПДК}_i) / 6$$

где C_i – среднегодовая концентрация каждого из 6 приоритетных загрязняющих веществ; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация соответствующего загрязняющего вещества.

По величине ИЗВ качество воды дифференцируется на 7 категорий:

- чистая ($ИЗВ \leq 0,3$),
- относительно чистая ($0,3 < ИЗВ \leq 1,0$),
- умеренно загрязненная ($1,0 < ИЗВ \leq 2,5$),
- загрязненная ($2,5 < ИЗВ \leq 4,0$),
- грязная ($4,0 < ИЗВ \leq 6,0$),
- очень грязная ($6,0 < ИЗВ \leq 10,0$),
- чрезвычайно грязная ($ИЗВ > 10,0$).

В настоящее время (после 2014 г.) вместо ИЗВ определяется экологический статус водотока или водоема. Он определяется на основании гидробиологических показателей с учетом гидрохимических и гидроморфологических показателей.

Наблюдения по гидрохимическим показателям осуществляются по следующим группам:

- показатели физических свойств и газового состава;
- элементы основного солевого состава;
- органические вещества;
- биогенные вещества (соединения азота, фосфора);
- металлы (железо, медь, цинк, никель, хром, марганец, кадмий, свинец);
- ртуть, мышьяк,
- СОЗ на трансграничных участках водотоков.

Наблюдения по гидробиологическим показателям осуществляются по основным сообществам пресноводных экосистем:

- фитопланктону, зоопланктону и хлорофиллу – в водоемах,
- фитоперифитону и макрозообентосу – в водотоках.

В рамках подпрограммы 5 «Обеспечение функционирования, развития и совершенствования НСМОС в Беларуси» ГП «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016-2020 гг., предусмотрено развертывание сети пунктов наблюдений за состоянием поверхностных вод по гидроморфологическим показателям - маршрутные исследования участков рек, оценка степени и масштаба изменений, произошедших в результате антропогенного воздействия на водотоки по пятибалльной шкале. Бассейн Нёмана – 6 участков: Неман (н.п. Николаевщина, г. Столбцы), Вилия (г. Вилейка, н.п. Быстрица), Уша (г. Молодечно).

Для определения экологического статуса результаты наблюдений за год сравниваются с эталонными, которые соответствуют отличному статусу. Далее по мере возрастания содержания загрязняющих веществ выделяется хорошее, удовлетворительное, плохое и очень плохое состояние водных объектов.

Для водных объектов с плохим и очень плохим экологическим статусом разрабатываются мероприятия по улучшению состояния поверхностных вод, для водоемов с умеренным статусом усиление контроля за состоянием вод.

Анализ данных НСМОС за период 2014-2020 гг. показывает, что подавляющее количество водных объектов соответствует отличному и хорошему состоянию по гидрохимическим показателям и более 65 % поверхностных водных объектов по гидробиологическим показателям.

Приоритетные загрязняющие вещества, поступающие со сточными водами в поверхностные водоемы, имеют предельно допустимые концентрации:

- азот аммонийный (аммоний-ион) - ПДК 0,39 мгN/дм³,
- азот нитратный (нитрат-ион) ПДК 40 мгNO₃/ дм³,
- фосфор фосфатный (фосфат-ион) ПДК 0,066 мгP/ дм³,
- органические вещества (биохимическое потребление кислорода БПК₅),
- ПДК для лососевых и осетровых - 3 мг/ дм³,
- для других рыб - 6 мг/ дм³

Распределение гидрохимических показателей по основным рекам Беларуси показано в таблицах 27, 28, 29, 30. Значения, превышающие ПДК, в таблицах выделены красным цветом.

Таблица 27 – Содержание биохимического потребления кислорода (БПК₅) в речной воде, мг O₂/ дм³

Река								За 5 лет
Березина								
Вилия								
Днепр								
Зап.Двина								
Зап.Буг								
Мухавец								
Неман								
Припять								
Свислочь								
Сож								

Как видно из таблицы наиболее высокие показатели БПК₅ характерны для Западного Буга, а самые низкие фиксируются на Днестре и Соже.

Таблица 28 – Содержание азота аммонийного в речной воде, мг N/дм³

Река								За 5 лет
Березина								
Вилия								
Днепр								
Зап.Двина								
Зап.Буг								
Мухавец								
Неман								
Припять								
Свислочь								
Сож								

Содержание азота аммонийного наиболее высокое в Березине и Свислочи, в которых превышены ПДК на протяжении 4-5 лет, как и средние показатели за

последнее 5-летие. В отдельные годы превышались ПДК на реках Западный Буг и Муховец.

Наиболее низкие показатели фиксируются на Вилии, Западной Двине и Немане. Правда, следует отметить, что в последние 2018 и 2019 г. ни на одной реке страны содержание азота аммонийного не превышает ПДК.

Загрязнение фосфат-ионами на большинстве рек превышает ПДК на протяжении всех последних лет. Исключение составляют реки Вилия, Западная Двина, Неман и Припять.

На всех реках страны складывается вполне приемлемая ситуация с загрязнением воды нитрат-ионами так как ПДК не превышены на протяжении всех последних лет.

Таблица 29 – Содержание фосфат-ионов в речной воде, мг P/1 дм³

Река								За 5 лет
Березина								
Вилия								
Днепр								
Зап.Двина								
Зап.Буг								
Муховец								
Неман								
Припять								
Свислочь								
Сож								

Таблица 30 – Содержание нитрат-ионов в речной воде, мг NO₃/1 дм³

Река								За 5 лет
Березина	22	56	27		15	0	22	
Вилия	88	65					4	
Днепр	42	65	79	41	29	92	04	
Зап.Двина	92	04	04	81	46	04	16	
Зап.Буг	37	54	86	46	53	14	57	
Муховец	35	63	84	13	05	80	01	
Неман	91	76	56	99	92	84	10	
Припять	52	10	53	49	97	90	12	
Свислочь	12	87	27		05	4	03	
Сож	72	85	39	93	76	49	58	

Более благоприятная ситуация складывается с загрязнением озер, которые загрязнены преимущественно фосфатами, однако фиксируются только незначительные превышения ПДК в отдельные годы на озере Червоном.

По данным 2019 г. к поверхностным водным объектам наиболее подверженным антропогенной нагрузке, относятся участки рек:

- Свислочь н.п. Королищевичи, Лошица в черте г. Минск, Плисса в районе г. Жодио (бассейн р. Днепр);

- Мухавец в районе г. Кобрин, Западный Буг, Лесная Правая у н.п. Каменюки, р. Рудавка (бассейн р. Западный Буг);

- Ясельда ниже и выше г. Березы, Морочь у н.п. Яськовичи, Льва, Горынь (бассейн р. Припять);

- Уша ниже г. Молодечно (бассейн р. Неман), а также оз. Белое и вдхр. Беловежская Пуца.

По данным мониторинга поверхностных вод для бассейнов крупнейших рек Беларуси с учетом загрязнения их вод ежегодно определяется гидрохимический и гидробиологический статус (Таблицы 31,32).

Таблица 31 – Гидрохимический статус основных бассейнов, %

Бассейн	Год	Статус			
		отличный	хороший	удовлетворительный	плохой
Неман					-
					-
Западный Буг					-
					-
Припять					-
					-
Западная Двина				-	-
				-	-
Днепр					-
					-

Таблица 32 – Гидробиологический статус основных бассейнов, %

Бассейн	Год	Статус			
		отличный	хороший	удовлетворительный	плохой
Неман					-
					-
Западный Буг					-
					-
Припять					-
					-
Западная Двина					-
					-
Днепр					-
					-

Как видно из таблиц в последние годы наилучший гидрохимический статус в бассейне Западной Двины, а наихудший в бассейне Западного Буга, а плохой не фиксируется.

Гидробиологический статус несколько хуже. В целом преобладают реки с хорошим гидробиологическим статусом, однако значительно большая доля рек имеет удовлетворительный гидробиологический статус, а у рек Припять, Днепр

и Западная Двина в отдельные годы фиксируется плохой гидробиологический статус.

Качество подземных вод Беларуси. На территории Беларуси пресные подземные воды распространены повсеместно до глубины 100-450 м. Всего разведано 260 участков подземных вод. Суммарные эксплуатационные запасы – более 6,6 млн.м³/сут.

Мониторинг качества подземных вод в Беларуси проводится на 257 скважинах с периодичностью 1 раз в год Центральной гидрогеологической партией РУП «Белгеология». Вода должна соответствовать СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».

По большинству макропоказателей загрязнение соответствует 0,01-0,54 ПДК. По микрокомпонентам (свинец, мышьяк, кадмий, молибден, ртуть, бор, фосфаты, радий, уран) ПДК не превышены. На 15 гидрогеологических постах – содержание макрокомпонентов выше ПДК в несколько раз (локальные источники сельскохозяйственные и коммунально-бытовые).

Основные загрязняющие вещества грунтовых и артезианских вод: азот аммонийный (1,65-7,35 %), нитраты и нитриты (1-4 % проб), окисляемость (14-11 %). Соответствие нормам – 94,4 % проб.

Ухудшение качества воды связано с повышенным содержанием железа, концентрация которого в воде более 70% скважин на территории страны превышает гигиеническую норму, а в Полесье доля таких скважин составляет более 90 %.

На качество питьевых вод отрицательное влияние может оказывать не только избыток, но также и недостаток в них некоторых компонентов (фтор и йод). В большинстве артезианских скважин (до 80%) на территории Беларуси содержание фтора в воде ниже оптимальной величины – 0,7 мг/дм³.

К исключительно мощным источникам загрязнения подземной воды относятся отвалы фосфогипса на территории химического завода в Гомеле, шламо-накопители и поля фильтрации ПО "Азот" (Гродно), Солигорского промышленного района.

Наблюдается тенденция к ухудшению качества подземных вод в районах водозаборов. На 40 % водозаборов фиксируется периодическое или устойчивое превышение ПДК по отдельным компонентам.

В большинстве случаев проблему создают азотистые соединения. Загрязнение грунтовых вод *нитратами* отмечается в районе водозаборов "Водопой" и "Острова" (Минск), "Лядище" (Борисов), одиночных скважин Речицы. На водозаборах "Восточный" (Жодино), "Волохва" и "Щара-1" (Барановичи), "Окунево" (Новополоцк), "Пышки" (Гродно), «Дукора», «Новинки», «Восточный», «Фелицианово», «Зеленовка», «Бор», «Боровляны» (Минск и обл.) подземные воды загрязнены *аммонием*. На водозаборе "Северный" (Орша) его содержание достигло 52 мг/дм³ и водозабор пришлось закрыть.

В Могилеве мутность воды составляет 3,6-47,3 мг/л при ПДК 1,5 мг/л. В Гомеле, Бресте, Окунево и Южном (Витебская обл.) содержание оксидов кремния доходит до 1,2-2,3 ПДК.

В нарушение действующих нормативных требований в пределах зон санитарной защиты многих водозаборных сооружений располагаются животноводческие фермы, навозохранилища, склады минеральных удобрений, ядохимикатов. В зонах влияния действующих и перспективных водозаборов в настоящее время находится более 400 приемников различных отходов (поля фильтрации, отстойники, свалки и др.).

Вода более 50 % сельских колодцев имеет содержание нитратов выше ПДК. Часто эти воды неблагополучны и по микробиологическим показателям. Лишь 10 % сельских населенных пунктов имеют системы централизованного водоснабжения. Для питьевых нужд воды колодцев используют в Беларуси около 3 млн человек. Благодаря целенаправленной работе Минприроды в начале XXI века ситуация несколько улучшилась.

Качество пресных подземных вод не всегда удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям. Наиболее характерным для отдельных городов Беларуси является повышенное содержание в подземных водах железа (до 2-5 мг/дм³ и более при уровне ПДК = 0,3 мг/дм³) и связанные с этим повышенные мутность и цветность воды. Иногда отмечается повышенное содержание марганца (до 0,3-0,8 мг/дм³ при ПДК = 0,1 мг/дм³). Для большей части пресных подземных вод характерен дефицит фтора и йода.

Наибольшая величина техногенной нагрузки приходится на водозаборы, расположенные в городах с высокой концентрацией промышленных предприятий (Минск, Гродно, Витебск, Гомель, Мозырь и др.). Ухудшение химического состава подземных вод выражается в увеличении общей минерализации, содержания соединений азота, хлоридов, тяжелых металлов, появлении в воде нефтепродуктов, фенолов.

Так, в районе г. Минска содержание нитратов в некоторых водозаборных скважинах достигает предельно допустимых концентраций (водозабор автозавода). На городском водозаборе Лядище г. Борисова отмечено загрязнение подземных вод хромом (0,65-1,10 мг/дм³).

В Гомельском промрайоне наибольшие масштабы загрязнения подземных вод наблюдаются в районе химзавода (отвалы фосфогипса и хранилище жидких отходов). Складирование фосфогипса производится здесь с 1969 г. За это время в грунтовом водоносном горизонте сформировалась зона загрязнения площадью около 6 км². Содержание P₂O₅ достигает 440-880 и даже 1540 мг/л, фтора – 5,35 мг/л. Воды имеют сульфатный натриевый состав и минерализацию до 4,5-8,6 г/л.

В большинстве случаев (94,4 % – 2010 г.) качество подземных вод соответствует требованиям СанПиН 10–124 РБ 99 "Питьевая вода". В последние годы качество питьевой воды улучшилось, особенно по микробиологическим показателям, по санитарно-химическим оно несколько хуже (Таблицы 33, 34).

Оценка качества вод по бассейнам крупных рек . В 2019 г. в бассейнах рек Днепр, Западный Буг, Западная Двина, Неман и Припять снизилось количество проб воды с избыточным содержанием аммоний-иона, особенно в бассейне р. Западный Буг (на 14 %), и за многолетний ряд наблюдений этот показатель является самым низким.

Таблица 33 – Качество питьевой воды по микробиологическим показателям, % проб соответствующих ПДК.

Источники водоснабжения						
	Проб	Не соответствует	Проб	Не соответствует	Проб	Не соответствует
Централизованные	22047	125	17785	118	17751	210
		0,57		0,66		1,18
Коммунальное	74557	434	67542	643	69289	839
		0,58		0,95		1,21
Ведомственное	29316	242	29505	380	28689	342
		0,83		1,42		1,19
Нецентрализованные	17956	2241	26754	4201	33910	6837
		12,48		15,7		20,16

Таблица 34 – Качество питьевой воды по санитарно-химическим показателям, % проб соответствующих ПДК.

Источники водоснабжения						
	Проб	Не соответствует	Проб	Не соответствует	Проб	Не соответствует
Централизованные	20101	7646	17348	5975	15834	6605
		38,04		34,44		47,71
Коммунальное	52286	9378	57626	9070	50948	10145
		17,94		15,74		19,91
Ведомственное	30408	6092	29009	5158	27292	5538
		20,03		17,78		20,29
Нецентрализованные	17739	4850	25893	7494	34262	11343
		27,34		28,94		33,11

В сравнении с 2018 г., в воде поверхностных водных объектов бассейнов рек Днепр, Западный Буг, Неман и Припять количество проб с избыточным содержанием нитрит-иона уменьшилось, а в воде поверхностных водных объектов бассейна р. Западная Двина содержание нитрит-иона выросло.

Устойчивый характер носит загрязнение поверхностных вод фосфат-ионами в бассейне р. Неман. Наибольшее количество проб с превышением норматива качества по прежнему фиксируется в бассейне р. Западный Буг.

В 2019 г. количество проб воды с избыточным содержанием фосфора общего в бассейнах рек Западная Буг, Западная Двина и Припять увеличилось по сравнению с 2018 г.

Случаи дефицита растворенного кислорода отмечались, как правило, в зимне-весенний и меженный периоды в воде водохранилищ Беловежская Пуца, Лошица, Солигорское, озерах Миорское, Червоное, Черное, реках Березина, Вилия, Волма, Гайна, Гожка, Горынь, Доколька, Илия, Копаявка, Лесная, Лесная Правая, Льва, Морочь, Мухавец, Нарев, Ореса, Плисса, Поросица, Припять, Проня, Рудавка, Свиновод, Свислочь (н.п. Сухая Долина), Сервечь, Случь, Стырь, Сула, Черная Ганча, Ясельда. Минимальное содержания показателя зафиксировано в воде р. Свислочь (до 0,6 мгО₂/дм³).

Среднегодовое содержание металлов было максимальным в воде следующих поверхностных водных объектов: железа общего 2,34 мг/ дм³ р. Бобрик (Припять); марганца 0,2 мг/ дм³ р. Льва (Припять); цинка 0,083 мг/ дм³ р. Свислочь (Днепр); меди 0,0096 мг/ дм³вдхр. Лошица (Днепр).

Повышенным содержанием металлов (железа, меди, марганца и цинка), регулярно фиксируемым в поверхностных водах, в большинстве случаев характеризовались реки с заболоченным водосбором, что обусловило их высокое природное фоновое содержание.

В 2019 г. зафиксированы случаи превышения ПДК по нефтепродуктам в воде вдхр. Лошица, р. Лошица, р. Свислочь (н.п. Подлосье, ул. Денисовская, н.п. Королищевичи), р. Крынка, с максимумом в воде р. Котра ниже г. Скидель (до 3,3 ПДК). Содержание синтетических поверхностно-активных веществ соответствовало ПДК.

Наибольшее количество случаев превышения ПДК по нефтепродуктам выявлено в воде водных объектов бассейна р. Днепр (4,1 % проб воды). Превышение ПДК по содержанию СПАВ отмечалось только в вдхр. Беловежская Пуца в октябре до 0,113 мг/ дм³ и в воде оз. Белое в мае до 0,109 мг/ дм³.

В 2019 г. плохой гидробиологический статус и удовлетворительный гидрохимический статус присвоен участкам реки Горынь и реки Льва, что свидетельствует о чрезмерной антропогенной нагрузке на реку и требует принятия водоохраных мер. Загрязняющие вещества, избыточное содержание которых в воде характеризует данное состояние водной экосистемы – нитрит-ион и фосфат-ион.

Для трансграничных участков водотоков, как и для поверхностных водных объектов республики в целом, характерно избыточное содержание в воде биогенных веществ, обусловленное, как правило, поступлением сточных вод.

В 2019 г. увеличилось количество водных объектов бассейна р. Западный Буг, относящихся к удовлетворительному гидрохимическому и гидробиологическому статусу (водные объекты, отнесенные к отличному гидрохимическому статусу, отсутствуют); увеличилось количество водных объектов в бассейне р. Припять, относящихся к удовлетворительному и плохому гидробиологическому статусу, увеличилось количество поверхностных водных объектов с удовлетворительным статусом в бассейне р. Западная Двина по гидробиологическим показателям (при этом не отмечено с плохим статусом); уменьшилось количество поверхностных водных объектов с удовлетворительным и плохим статусом в бассейне р. Днепр.

1.3.4. Геоэкологические проблемы, связанные с добычей полезных ископаемых

Общее состояние проблемы добычи полезных ископаемых. В процессе добычи и переработки полезных ископаемых оказывается огромное влияние на большой геологический круговорот:

- переводятся залежи полезных ископаемых в другие формы химических соединений;
- постепенно исчерпываются горючие полезные ископаемые (нефть, уголь, газ, торф) и переводятся в конечном итоге в углекислый газ и карбонаты;
- распределяются по поверхности земли, рассеиваются, как правило, бывшие геологические аккумуляции.

В настоящее время на каждого жителя Земли ежегодно добывается около 20 т сырьевых ресурсов, из которых несколько процентов переходит в конечный продукт, а остальная масса превращается в отходы.

Отмечаются значительные потери полезных компонентов (до 50-60 %) при добыче полезных ископаемых, обогащении и переработке.

По данным экспертов ООН, ежегодно из недр нашей планеты в процессе добычи полезных ископаемых извлекается более 120 млрд т горной массы, что в 5 раз превышает массу вещества, ежегодно поступающего в природный круговорот в процессе водной и ветровой эрозии. Захватывая, казалось бы, ничтожную часть литосферы, добыча и переработка полезных ископаемых оказывает серьезное негативное воздействие на все живые и неживые компоненты биосферы.

Значительное воздействие на природную среду связано с деятельностью горнодобывающей промышленности, строительными работами (промышленное и жилищное строительство, сооружение гидротехнических объектов, дорог).

Техногенные ландшафты формируются в результате локального, но сильно разрушительного для природных систем воздействия.

При разработке полезных ископаемых возникают следующие геоэкологические проблемы:

- из недр извлекаются горные породы, и появляются подземные пустоты, просадки, отвалы, шламохранилища и терриконы;
- загрязняются поверхностные и подземные воды, изменяется уровень их залегания;
- запыляется атмосферный воздух;
- уничтожается растительность и нарушаются миграционные пути животных;
- развиваются современные геологические процессы, ухудшающие экологическую обстановку.

Состояние минерально-сырьевой базы в Беларуси. Постановлениями Совета Министров Республики Беларусь периодически принимаются Государственные программы геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Беларуси на пятилетние и десятилетние периоды, позволяющие

оценить современное состояние минеральных ресурсов страны и выявить перспективы разведки и добычи полезных ископаемых.

В настоящее время Государственным балансом запасов полезных ископаемых учтено около 10 500 месторождений, относящихся к группе разведанных, находящихся в разработке или подготовленных к промышленной разработке.

Среди них: горючие полезные ископаемые (более 9000 месторождений торфа, около 80 нефти и 4 бурого угля), неметаллические, более 700 месторождений включающих химическое сырье и сырье для производства строительных материалов, а также более 250 месторождений пресных и 200 – минеральных вод. Около 500 месторождений данной группы в настоящее время находятся в разработке.

Проводится доразведка и экономическая оценка месторождений железных руд, редких металлов, горючих сланцев, цеолитсодержащих силицитов, гипса, фосфоритов и каолинов.

Для дальнейшего изучения в республике перспективны месторождения, либо проявления боксит-даунсонитовых руд, графита, янтаря, золота, алмазов и некоторых цветных и редких металлов.

За счет разработки собственных месторождений минерального сырья в начале XXI века Беларусь обеспечивает годовую добычу:

- около 1,6 – 1,7 млн т нефти,
- 2-3 млн т торфа,
- 30-40 млн т калийных солей,
- 1-2 млн т поваренной соли,
- 3-4 млн т доломитов,
- около 12 млн т мела и мергеля,
- более 100 тыс. т тугоплавких и огнеупорных глин,
- более 5 млн м³ строительного и облицовочного камня,
- около 7 млн м³ строительных песков и около 14 млн м³ песчано-гравийных материалов,
- более 1 млн м³ глинистого сырья для производства кирпича,
- более 1,1 млн т стекольных и формовочных песков.

Разведанные запасы минерально-сырьевых ресурсов позволяют полностью обеспечить потребности страны в калийных и поваренных солях, доломитовом, известковом и цементном сырье, керамических и тугоплавких глинах, песках строительных и формовочных, песчано-гравийных материалах, строительном камне, торфе и сапропеле, пресных и минеральных подземных водах.

Способы разработки полезных ископаемых и основные геоэкологические проблемы. В зависимости от глубины залегания и видов полезных ископаемых в Республике Беларусь применяются следующие способы разработки месторождений: скважинный, шахтный и карьерный. Каждый из них вызывает специфические экологические проблемы.

Шахтным способом в стране разрабатываются только калийные и каменные соли Старобинского месторождения, что привело к возникновению региональной геоэкологической проблемы.

Скважинным способом добываются пресные и минеральные воды, нефть и попутный газ, поваренная соль.

Для организации питьевого водоснабжения пробурено более 34 700 скважин глубиной более 20 м и 240 скважин на минеральные воды.

Кроме того, значительное воздействие на окружающую среду оказывает и поисковое бурение скважин. Особо острых экологических проблем при добыче пресных и минеральных вод в республике не зафиксировано.

Основная проблема – нарушение гидрогеологической обстановки в регионах:

1. Снижается уровень подземных вод в эксплуатируемых и смежных горизонтах.

2. Формируются депрессионные воронки различного радиуса. Местами они сливаются в обширные понижения уровня подземных вод. В водоносном валдайском комплексе г. Минска объединились воронки водозаборов Новинки, Петровщина, Зеленовка и Дrajня и образовалась единая – общей площадью 750 км² (30 на 40 км).

3. Водозаборы оказывают влияние на поверхностные водотоки (сейчас более 100 водозаборов отрицательно влияют на сток более чем 120 рек). Сокращен меженный сток рек: Мышанка, Лучеса, Свислочь, Волма, Волчанка и др. Практически пересохли малые реки: Витьба, Лошица, Слепня, Тростянка, Гребенка и др.

На поиски калийной и поваренной солей пробурено более 900 скважин глубиной 600 – 1500 м. На Мозырском месторождении каменной соли функционируют 12 специализированных рассолодобывающих скважин.

Добыча поваренной соли приводит к следующим геоэкологическим проблемам:

- происходит засоление подземных и поверхностных вод;
- в солевом массиве создаются подземные камеры, форма и размеры которых не контролируются и не картируются;
- выходят на поверхность инертные (аргон, гелий) и радиоактивные газы (радон 222).

Сейчас на отработанных скважинах Мозырского месторождения создано газохранилище.

На разведку и добычу нефти пробурено более 2 000 скважин глубиной свыше 2500 м, в том числе 7 скважин глубиной более 5000 м. Каждая скважина представляет собой по сути крупное предприятие, оказывающее негативное влияние на окружающую среду.

Более 600 га земель в районе нефтедобычи нарушено и загрязнено отработанными буровыми растворами, сточными водами и буровым шламом.

Нефть в Припятском прогибе приурочена к межсолевым или подсолевым отложениям благодаря чему все отходы и буровые шламы засолены.

Объем буровых сточных вод на каждой скважине около 4-5 тыс. м³. По сведениям геологов спустя 20 лет после бурения ни у одной разведочной и добывающей скважины не восстановилось плодородие почв и не произошло их полное рассоление.

Глубокое залегание нефти в месторождениях Беларуси и сложная гидрогеологическая обстановка в регионе обуславливает воздействие поисково-разведочных и эксплуатационных работ на различные природные компоненты.

Основными источниками загрязнения окружающей среды при эксплуатации систем сбора и транспорта продукции скважин на нефтяных месторождениях являются следующие сооружения и объекты нефтепромыслов:

1. Устья скважин и прискважинные участки, где разлив нефти, пластовых и сточных вод происходит из-за нарушений герметичности устьевого арматуры, а также при проведении работ по освоению скважин, капитальному и профилактическому ремонту.

2. Трубопроводная система сбора и транспорта добытой жидкости из пласта и закачки сточных вод в нагнетательные скважины из-за неплотностей в оборудовании, промысловых нефтесборных и нагнетательных трубопроводах.

3. Резервуарные парки и дожимные сборные пункты, где разлив добытой жидкости происходит при спуске из резервуаров сточных вод, загрязненных осадками парафино-смолистых отложений, переливах нефти через верх резервуаров.

4. Земляные амбары, шламонакопители и специальные площадки, в которые сбрасываются осадки с резервуаров и очистных сооружений, представляющие отложения тяжелых фракций нефти, парафино-смолистых веществ и всевозможных примесей, насыщенных нефтью, нефтепродуктами и химреагентами, а также твердых минеральных примесей.

В этих шламах могут содержаться до 80—85% нефти, до 50% механических примесей, до 70% минеральных солей и до 5% поверхностно-активных веществ.

При оценке последствий загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами важное значение имеют изменения в их гумусном состоянии. Поскольку основным элементом, входящим в состав нефти, является углерод, массовое содержание которого колеблется в пределах 83–87 %, то содержание органического вещества в расчете на общий углерод и гумус в загрязненных почвах возрастает за счет углерода нефти. Параллельно с увеличением привнесенного углерода идет процесс качественного изменения битуминозных веществ и группового состава гумуса. Эти изменения зависят от физико-химических свойств нефти и органического вещества почвы. Одновременно с ростом содержания привнесенного углерода происходит увеличение отношения C:N. При этом изменения содержания общего азота не значительны. Как известно, чем уже отношение C:N, тем выше подверженность органического вещества минерализации.

Наиболее благоприятны для микробного гидролиза соединения с величиной C:N от 10 до 20. В нефтезагрязненной почве отношение C:N колеблется от 50 до 400-420 в зависимости от количества привнесенного углерода и типа почвы, что приводит к ухудшению азотного режима почв и нарушению корневого питания растений.

В нефтезагрязненных почвах, наряду с ухудшением азотного режима, происходит уменьшение содержания подвижных форм фосфора и калия.

Воздействие нефти на комплекс почвенных микроорганизмов неоднозначно. С одной стороны, нефтяное загрязнение стимулирует рост определенных видов, с другой – ингибирует.

Исследования показали, что при нефтяном загрязнении увеличивается численность и активность углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ), осуществляющих подготовительный этап метаболизма углеводов. Доказано, что именно они наиболее специфично реагируют на нефтяное загрязнение почвы.

В результате обволакивания почвенных агрегатов нефтью ухудшается доступ кислорода. Понижение концентрации кислорода способствует развитию анаэробных микроорганизмов. Развитие аэробной микрофлоры, например грибов, затормаживается.

В настоящее время применяются 2 основных метода складирования и захоронения буровых стоков:

1. Стоки накапливаются в специальных земляных амбарах (котлованах) глубиной около 2 м и объемом более 2 тыс. м³.

Глубина котлованов не достигает 2 м, зато значительно увеличивается их площадь. Исследования ряда месторождений показали, что площадь ареалов засоления у них достигает 4-5 га. Содержание солей в почвах от 0,5 до 30 г/кг в зависимости от удаленности от амбаров. Минерализация вод на глубине 2-5 м составляет 50-60 г/л, в то время как естественная минерализация – 0,5-1 г/л.

2. Закачка в глубокие водоносные горизонты – более эффективен с экологической точки зрения, но более дорогой.

В 1974-75 гг. проводилось захоронение буровых вод в толще пермских и триасовых отложений. Приемистость поглощающих скважин – от 120 до 1060 м³/сут. при давлении на устье 20-60 кг/см². Буровые стоки закачивались в течение 3-3,5 месяцев. Объем закачиваемых стоков – от 1 600 до 5 250 м³. В итоге ареал засоления был в 5-6 раз меньше, чем на скважинах с амбарами. Например, на Демеховском месторождении – всего 0,8 га.

Карьерный способ добычи полезных ископаемых в Беларуси является самым распространенным. На 1 июля 2010 г. в республике было зарегистрировано 2 213 карьеров, занимающих почти 7 072 га. На 1.01.2020 г. площадь нарушенных земель в Беларуси составила 25,1 тыс. га.

Карьерные разработки приводят к ряду геоэкологических проблем:

- загрязнению атмосферы в результате взрывов при горных работах,
- вскрытию водоносных горизонтов и снижению напоров воды,
- проникновению в пресные подземные воды минеральных и их засоление,
- выводу из хозяйственного оборота больших площадей земель.

Наиболее острая проблема связана с рекультивацией торфяных карьеров. Отработка месторождений торфа в Беларуси приводит к трансформации земель на площади более 300 тыс. га. В 80-х годах рекультивировалось около 10 тыс. га отработанных торфяников в год (1986 г. – 12,1 тыс. га). После 2000 г. – около 2 тыс. га.

В последние годы наметилась устойчивая тенденция экологической реабилитации торфяников под повторное заболачивание, благодаря которому вос-

становлено около 20 тыс. га торфяников. В перспективе к 2030 г. площадь болот увеличится на 50 тыс. га.

Экологические проблемы в районе добычи строительного камня на месторождении «Микашевичи»:

- образовался карьер, глубиной до 120 м,
- отвалы вскрышных пород высотой до 20-25 м,
- площадь выработок превысила 3,3 км²,
- среднесуточный приток воды в карьер достигает 49 500 м³/сут,
- образовалась крупная депрессионная воронка во всех водоносных горизонтах глубиной более 20 м и протяженностью по изолинии 1 м с севера на юг 13 км и с запада на восток на 9 км,
- в пределах воронки увеличивается минерализация вод карьерного водотлива почти до 4 г/дм³, а к 2020 г. прогнозируется до 11 г/дм³.

Похожая ситуация наблюдается и на месторождении доломитов «Руба», где образовался крупный карьер со значительным притоком воды, которая откачивается в Западную Двину. Однако гидрогеологическая обстановка здесь более благоприятная. После строительства Витебской ГЭС китайской компанией приток воды в карьер увеличился, что привело к необходимости строительства водонепроницаемой перемычки и откачки воды.

Направления рекультивации нарушенных ландшафтов:

- сельскохозяйственное (создание на нарушенных землях пашни, лугов и пастбищ, садов и ягодников);
- лесохозяйственное (создание лесонасаждений эксплуатационного и хозяйственного назначения);
- рекреационное и санитарно-гигиеническое (создание зон отдыха, парковых насаждений, консервация и озеленение отвалов и т.д.);
- водохозяйственное (создание водоемов различного целевого назначения);
- строительное (жилищное, капитальное, дачное и др. виды строительства).

Для выработанных торфяников направления рекультивации:

- сельскохозяйственное (создание сенокосов и пастбищ),
- лесохозяйственное,
- природоохранное.

Для разработок нерудных полезных ископаемых (песков и песчано-гравийных материалов), преобладающим является лесохозяйственное направление, которое проводится более чем на половине общей площади рекультивируемых земель, а также сельскохозяйственное и водохозяйственное направления рекультивации.

На карьерных выработках, где имеются предпосылки для формирования значительных по площади и объему водной массы, биологически здоровых и устойчивых искусственных водоемов, перспективными являются водохозяйственное и рекреационное направления рекультивации.

1.3.5. Проблемы изменения земельного фонда, деградации и загрязнения почв

Организация мониторинга 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 в целях сбора, передачи и обработки полученной информации для своевременного выявления, оценки и прогнозирования изменений, предупреждения и устранения последствий негативных процессов, определения степени эффективности мероприятий, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия почв, защиту земель от негативных последствий.

Мониторинг земель осуществляется по следующим направлениям:

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

Наблюдения за химическим загрязнением земель проводятся Белгидрометом по следующим направлениям:

- наблюдения на фоновых территориях,
- наблюдения в населенных пунктах,
- наблюдения в придорожных полосах автомобильных дорог.

Наблюдения за химическим загрязнением земель на фоновых территориях проводятся на сети пунктов наблюдений, расположенных на территориях, не подверженных антропогенной нагрузке. Сеть включает 90 пунктов наблюдений, в основном, в луговых биогеоценозах с ненарушенным почвенным покровом. Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 6 лет.

Отбор проб почв в 2020 г. проводился на 18 пунктах наблюдений, с определением содержания тяжелых металлов (кадмия, цинка, свинца, меди, никеля, хрома, мышьяка, ртути), сульфатов, нитратов, хлоридов, нефтепродуктов, бензо(а)пирена и кислотности почв (рН).

Наблюдения за химическим загрязнением земель в населенных пунктах проводятся на территории 34 городов – областных центров, городов с населением 50 тыс. человек и более, а также с населением менее 50 тыс. человек, в которых сосредоточены крупные промышленные предприятия. Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 5 лет.

В 2020 г. наблюдения проводились в следующих городах: Могилев, Речица, Полоцк, Слуцк, Жодино, Рогачев. В пробах почвы анализировалось содержание тяжелых металлов (общее содержание), рН, сульфатов, нитратов, хлоридов, нефтепродуктов, полихлорированных дифенилов (ПХД).

Наблюдения за состоянием почвенного покрова земель проводит «Институт почвоведения и агрохимии» по направлениям:

- наблюдения за процессами водной эрозии,
- наблюдения за компонентным составом почвенного покрова,
- наблюдения за ветровой эрозией осушенных почв.

Наблюдения проводятся на репрезентативной сети наблюдений состоящих из 9 пунктов.

Понятие земельных ресурсов. Одной из основ устойчивого развития любой страны является организация рационального использования и охраны природных ресурсов, составной частью которых являются земли.

К землям относится земная поверхность, включая почвы, которая может рассматриваться как компонент природной среды, средство производства в сельском и лесном хозяйстве, пространственная материальная основа хозяйственной деятельности, объект земельно-имущественных отношений. Мировая структура земель представлена на рисунке 14.

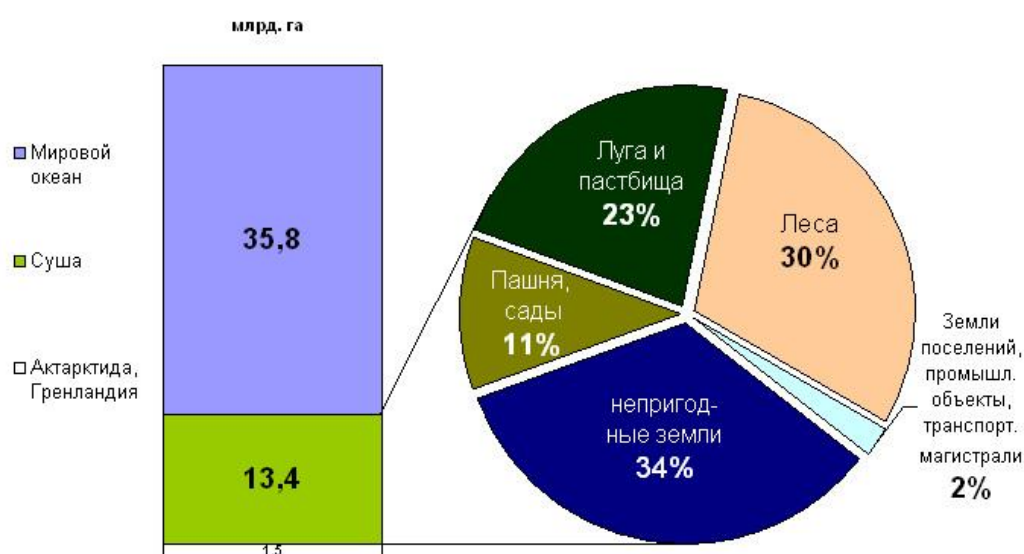


Рисунок 14 – Мировая структура земель, в процентах

По материалам ФАО на земном шаре имеется около 1,5 млрд га почв, пригодных для земледелия. Это составляет всего 11% от площади почвенного покрова мира. При этом наблюдается тенденция уменьшения площадей этой категории земель. Одновременно снижается обеспеченность (в пересчете на одного человека) пашней и лесными угодьями. Площадь пашни, приходящаяся на 1 человека, составляет: в мире – 0,3 га; Россия – 0,88 га; Беларусь – 0,6 га; США – 1,4 га, Япония – 0,05 га.

Современное состояние земельных ресурсов и почв Беларуси. В структуре земельного фонда Беларуси по состоянию на 01.01.2021 г. почти 83 % занимают лесные (42,7 %) и сельскохозяйственные (39,9 %) земли. Структура земельного фонда по состоянию на 01.01.2020 г. представлена на рисунке 15.

В структуре земельного фонда в последние годы наблюдается устойчивая тенденция сокращения сельскохозяйственных и роста лесных земель.

За период 2005-2020 гг. доля сельскохозяйственных земель сократилась на 3,5 % от общей территории страны. Основные причины уменьшения площади сельскохозяйственных земель обусловлены оптимизацией структуры земле-

пользования, составной частью которой явилось перераспределение и вывод из оборота малопродуктивных, мелкоконтурных или заболоченных сельхозугодий и их передача в другие виды земель, в том числе и в лесные земли.

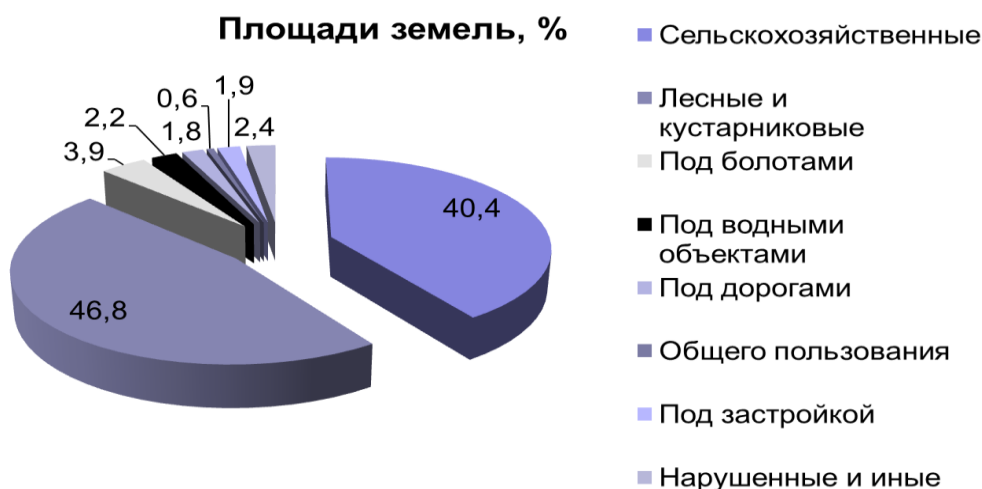


Рисунок 15 – Структура земельного фонда Беларуси по видам земель (на 01.01.2020 г.)

Тем не менее, по величине доли пахотных земель на одного человека (0,60 га) и сельскохозяйственных земель в целом (0,95 га) Республика Беларусь входит в число первых 20 стран мира.

По состоянию на начало 2020 г. выполняются установленные Стратегией в области охраны окружающей среды Республики Беларусь на период до 2025 г. показатели по основным средостабилизирующим видам земель (лесные земли и земли под иной древесно-кустарниковой растительностью, естественные луговые земли, земли под водными объектами).

На протяжении последних лет на территории Беларуси наблюдается тенденция роста земель под лесной и древесно-кустарниковой растительностью, а также под застройкой. В то же время сокращаются сельскохозяйственные земли, земли под болотами, под водой, под улицами и площадями, а также нарушенные земли (Таблица 35).

Таблица 35 – Структура земельного фонда Беларуси (1996-2020 гг.)

Вид земель	Площадь, тыс.га				
	2020 г				
Сельскохозяйственные земли					
Лесные и древесно-кустарниковые					
Под болотами					
Под водой					
Под застройкой					
Под улицами, площадями					
Под дорогами и прогонами					
Нарушенные и иные					

Увеличение площади лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью объясняется благоприятными природными условиями, а также долговременной политикой государства, направленной на облесение песков, неиспользуемых земель, низкокачественных сельскохозяйственных земель, на развитие лесного хозяйства в целом.

Площадь средостабилизирующих видов земель, формирующих природный каркас территории, составляет в настоящее время 56,9 % территории страны. В 2020 г. их площадь увеличилась на 54,9 тыс. га.

В течение 2020 г. отмечено уменьшение (на 8,5 тыс. га) площади земель, находящихся во владении, пользовании и собственности граждан (4,0 % общей площади земель страны). Сохраняется устойчивая многолетняя тенденция уменьшения площади земель граждан. В частной собственности граждан находится 76,6 тыс. га земель.

Прогноз. Анализ изменения состава, структуры и состояния земельных ресурсов позволяет выделить некоторые сложившиеся тенденции. Одной из основных устойчивых многолетних тенденций является уменьшение площади сельскохозяйственных земель и увеличение площади, занятой лесными землями и землями под древесно-кустарниковой растительностью. Последние 30 лет наблюдается устойчивая тенденция постепенного сокращения площади земель под болотами (на 19,5 % по сравнению с 1992 г.). Выявлена многолетняя тенденция уменьшения площади земель общего пользования. При этом наблюдается ежегодный небольшой, но постоянный рост площади земель под застройкой (за последние 30 лет почти в 3 раза).

Если в ближайшем будущем сохранятся сложившиеся многолетние тенденции и основные факторы, на них влияющие, то в соответствии с экстраполяционным среднесрочным прогнозом к 2025 г. может уменьшиться площадь сельскохозяйственных земель на 130-150 тыс. га, земель под болотами – на 30-40 тыс. га, земель общего пользования – на 10-20 тыс. га. Увеличиться к 2025 г. может площадь лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью – на 140-160 тыс. га, под дорогами иными транспортными коммуникациями – на 5-10 тыс. га, земель под застройкой – на 30-50 тыс. га. Площадь земель природного каркаса может увеличиться на 140-160 тыс. га.

В соответствии с прогнозом на 2035 г. предполагается сохранение площади сельскохозяйственных земель на уровне 2020 года, однако площадь обрабатываемых земель, включающих пахотные и улучшенные луговые сократится примерно на 8 %. В то же время за этот период предполагается рост лесных земель и под древесно-кустарниковой растительностью немногим более, чем на 8 %. Реализация мероприятий по выполнению Стратегии сохранения и рационального использования торфяников (2015 г.) будет способствовать росту площади болот и их сохранению на площади 863 тыс. га, что будет превышать современный уровень почти на 10 %. Сохранится рост площади земель под застройкой и транспортными коммуникациями и сокращение площади нарушенных земель.

С экологической точки важно, что на 13 % прогнозируется увеличение площади средостабилизирующих видов земель: лесных, под древесно-

кустарниковой растительностью, болотами, водными объектами, естественными лугами.

Проблема деградации почв в результате водной эрозии и дефляции.

Широкомасштабная мелиорация переувлажненных земель на территории Беларуси, интенсификация производственной деятельности, изменения климата в последние десятилетия обусловили обострение проблемы деградации земель. В Беларуси отмечено проявление более 20 видов *деградации земель*, среди которых наибольшей остротой характеризуются следующие:

- радиоактивное загрязнение почв в результате аварии на ЧАЭС,
- разрушение почвенного покрова в результате добычи полезных ископаемых,
- трансформация и ухудшения свойств осушенных торфяных почв и дерново-подзолистых почв при их длительном сельскохозяйственном использовании,
- водная и ветровая эрозия,
- химическое загрязнение земель в населенных пунктах, вдоль дорог, в зонах воздействия полигонов промышленных и коммунальных отходов,
- деградация земель лесного фонда в результате пожаров,
- деградация земель при рекреационных нагрузках.

Отдельные из перечисленных проблем привели к развитию региональных геоэкологических проблем и уже рассматривались выше, на некоторых мы остановимся сейчас. Наиболее выражена проблема деградации земель в результате водной и ветровой эрозии (дефляции).

Эрозия почв, как по масштабам воздействия, так и по последствиям является ведущим видом разрушения почв в Беларуси.

Процессы водной эрозии характерны для Белорусского Поозерья и Центральной Беларуси в районах, где преобладают холмистый расчлененный рельеф и тяжелые почвы.

Проявление ветровой эрозии наиболее типично для Полесья, где широко распространены мелиорированные земли и преобладают почвы легкого состава с хорошей водопроницаемостью, а также осушенные торфяные почвы.

Водной и ветровой эрозии в Беларуси подвержено 556,5 тыс. га сельскохозяйственных земель, что составляет 7,2 % от их площади. При этом на долю водной эрозии приходится 85 %, ветровой – 15 %. Потенциально эрозионно-опасными являются почти 2 600 тыс. га сельскохозяйственных земель.

Площади эродированных земель существенно различаются по районам Беларуси (Рисунок 16).

Экономический ущерб от проявления эрозионных процессов выражается в ежегодных потерях мелкозема и биогенных элементов почвы и снижения ее плодородия.

За год с 1 га с/х земель выносятся в среднем: до 10 – 15 т твердой фазы почвы, 150-180 кг гумуса, до 10 кг азота, 4-5 кг фосфора и калия, 5-6 кг кальция и магния. В результате эрозии - недобор урожая с/х культур от 5 до 20 % на слабоэродированных почвах до 30-60 % - на сильноэродированных. В составе

эродированных земель в Республике Беларусь 27 % приходится на средне- и сильно эродированные, а также средне- и сильнодефлированные почвы.

Важно также учитывать экологические последствия эрозии почв: загрязнение окружающей среды, прежде всего природных вод минеральными и химическими компонентами почвы превышают эрозионный ущерб почвенному плодородию.

Проведенная эколого-экономическая оценка ущерба, нанесенного водной эрозией почв (Яцухно, Тишкович, 2020) за счет недобора урожая и потери питательных веществ оценивается в 25 млн долларов США, а ветровой эрозии – 1,5 млн долл.

За 5 лет наблюдений в системе НСМОС (2016-2020 гг.) отмечается улучшение структурного состояния почв объектов наблюдений центральной почвенно-экологической провинции, и их противоэрозионная устойчивость.

Эродированные и дефляционноопасные сельскохозяйственные земли

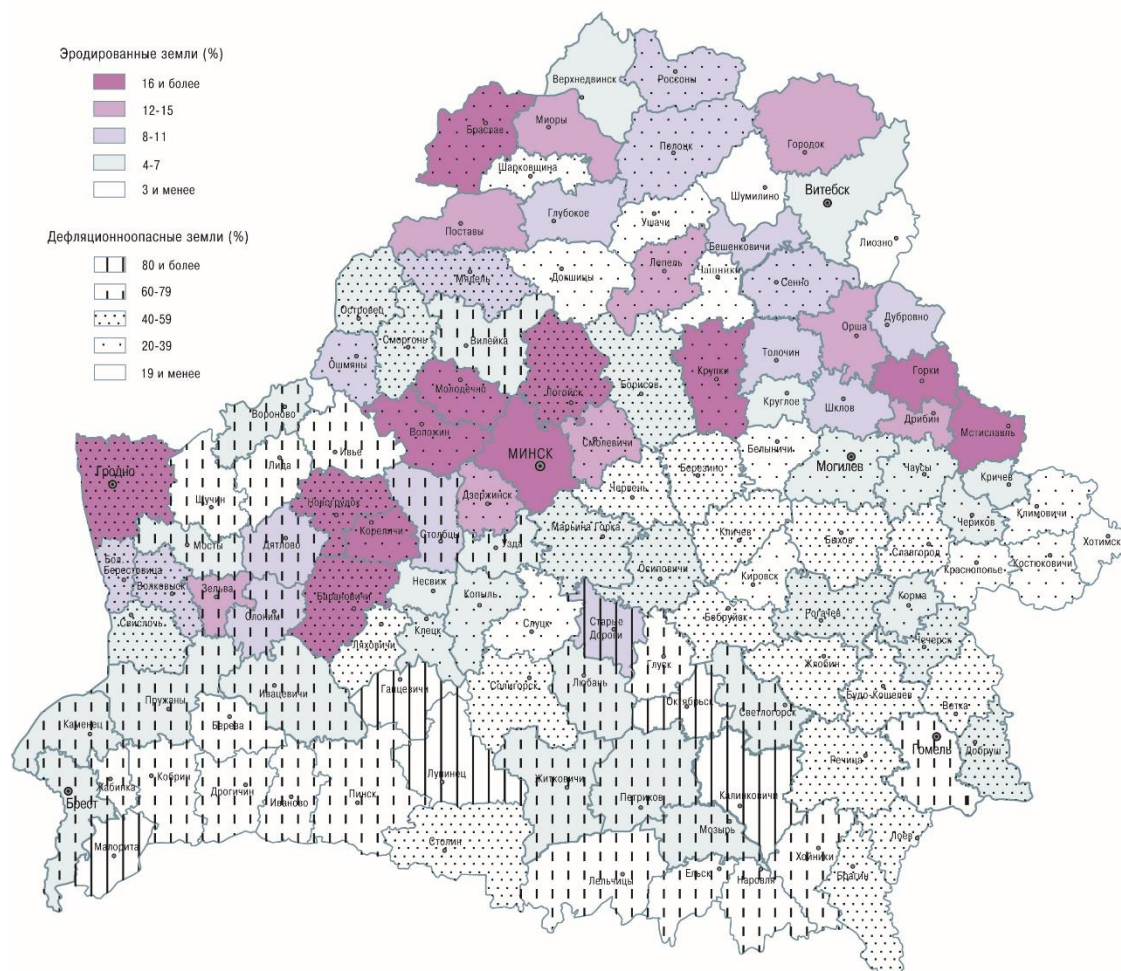


Рисунок 16 – Эродированные и дефляционноопасные сельскохозяйственные земли

В 2020 г. фактического проявления процессов ветровой эрозии на объектах мониторинга не наблюдалось, благодаря возделыванию озимых культур и мно-

голетних трав, обеспечивающих защиту почв от процессов деградации. Прогнозная оценка развития эрозии в Беларуси при сохранении структуры использования земель и существующей агротехники не приведет к увеличению площадей эродированных земель, однако при разработке НСУР учеными были внесены предложения. Для придания аграрному сектору устойчивого развития наряду с адаптацией сельского хозяйства к изменяющемуся климату необходимо реализовать комплекс *адаптационных технологических мероприятий*:

- внедрение почвозащитных технологий, минимизация техногенного воздействия на почвы, развитие биотехнологий и селекции сельхозкультур, адаптированных к новым климатическим условиям, влагосберегающие технологии, чистые пары, агролесомелиорация, консервация наиболее деградированных сельскохозяйственных земель;

- широкое применение органических удобрений, более высоких доз удобрений и других средств химизации на фоне мелиорации земель с учетом того, что потепление климата повышает эффективность мер, направленных на увеличение плодородия почв;

- развитие инфраструктуры (дорог, хранилищ) и предприятий переработки сельхозпродукции в местах возможного учета природных условий ведения сельского хозяйства;

- расширение посевов зерновых и масличных культур, таких как тритикале, кукуруза, подсолнечник, рапс, соя и др.;

- продвижение на север зоны выращивания теплолюбивых овощных культур;

- селекция и расширение посевов новых сортов и гибридов с/х культур и развитие биотехнологий, внедрение таких сортов озимых культур, которые лучше используют тепловые ресурсы территории;

- сдвиг сроков сева яровых культур на более раннее время, что позволит эффективнее использовать запасы влаги в почве после весеннего снеготаяния, с возделыванием заморозкоустойчивых культур;

- подбор видового и сортового состава для вновь закладываемых садовых насаждений;

- расширение пожнивных (поукосных) посевов с целью утилизации дополнительных ресурсов тепла;

- разработка и применение новых средств защиты растений и борьбы с вредителями в условиях теплых зим.

Химическое загрязнение почв. Деградация почв связана не только с сельскохозяйственной деятельностью, но и с воздействием промышленного производства, транспорта, строительства.

Показатель техногенной нагрузки на почвы, как количество перемещенных почвогрунтов на единицу площади на территории Беларуси варьирует от 300 м³/км² в наименее освоенных районах до десятков тысяч м³/км² в районе Солигорского ГПР. Техногенное преобразование земель активизирует развитие осыпей.

Химическое загрязнение почв различается в зависимости от их месторасположения:

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

Выполненные расчеты показывают, что опасный уровень загрязнения почв в Беларуси характерен для 78,6 тыс. га территорий городов, 2,46 тыс га земель в зонах влияния полигонов ТПО и ТКО, 119,3 тыс.га придорожных земель и 10 тыс. га сельхозугодий.

Почвы загрязняются тяжелыми металлами, нефтепродуктами, водорастворимыми соединениями (хлориды, сульфаты, нитраты и т.д.). В настоящее время наибольшую опасность представляет загрязнение почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами.

Наблюдения за химическим загрязнением земель проводит Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиационного загрязнения и мониторингу окружающей среды с периодичностью один раз в три года – для фоновых территорий (общее количество пунктов наблюдения 108) и один раз в четыре года – для населенных пунктов (45 городов).

Результаты наблюдений за химическим загрязнением земель на *фоновых территориях*, свидетельствуют о том, что концентрации определяемых загрязняющих веществ значительно ниже ПДК и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК), близки к уровням, наблюдаемым в почвах европейской территории стран СНГ, фоновых районах стран Западной Европы и соответствуют мировым оценкам.

Установлено, что содержание загрязняющих веществ в почвах на фоновых территориях изменилось незначительно относительно результатов прошлых лет.

Прогноз. Данные наблюдений за химическим загрязнением земель на фоновых территориях с 2000 г. по 2020 г., позволяют сделать вывод, что содержание загрязняющих веществ в почвах на фоновых территориях значительно ниже ПДК (ОДК) и не превышали их. Тенденция снижения содержания нитратов в почвах на фоновых территориях.

Концентрации других загрязняющих веществ в почвах на фоновых территориях с 2000 г. по 2020 г. изменялись незначительно и были ниже ПДК и ОДК.

При сохранении существующих факторов и наблюдаемых тенденций можно прогнозировать, что в среднесрочном периоде для фоновых территорий уровень содержания загрязняющих веществ не будет превышать ПДК (ОДК).

Химическое загрязнение почв городов. Наблюдения за химическим загрязнением почв городов Беларуси проводится на протяжении от 10 до 30 лет и охватывают 45 крупнейших городов и промышленных центров со специфическим производством, однако они не проводятся ежегодно. Как правило, в год обследуется около 10 городов и в настоящее время для 27 городов проведены 4

тура наблюдений. Основными загрязнителями почв городов выступают тяжелые металлы и нефтепродукты.

Цинк поступает в почвы в результате сжигания топлива и электросталеплавленного производства, со сточными водами, от использования в строительных конструкциях оцинкованных металлоконструкций, цементной пыли и отходов. Средние значения содержания цинка в почвах городов Беларуси составляет 20 – 50 мг/кг, при ПДК – 100 мг/кг. Однако во всех городах зафиксированы случаи превышения ПДК цинком. Характерна высокая контрастность содержания цинка. Так, отмечены случаи его содержания в почвах Гомеля свыше 7000 мг/кг, Минска – свыше 3000 мг/кг.

Результаты наблюдений показывают увеличение содержания цинка в почвах всех городов, кроме Гродно, Полоцка и Солигорска. В 41 % обследованных городов (Борисов, Витебск, Гомель, Жодино, Кричев, Минск, Молодечно, Новополоцк, Пинск, Слоним, Слуцк) отмечено увеличение концентрации цинка более, чем в 1,5 раза.

Среди тяжелых металлов цинк образует наиболее растворимые соединения, поэтому он опасен для культурных растений.

Свинец. Среднее содержание свинца в почвах городов Беларуси составляет от 7 до 28 мг/кг при ПДК 30 мг/кг. Наиболее высокие средние концентрации фиксировались в Минске, Орше, Слониме, Витебске, Волковыске (близкие к ПДК).

В районах крупных промышленных центров и автомагистралей с интенсивным движением в 15-40 % проб отмечается превышение ПДК, а максимальные значения могут достигать 490 мг/кг.

Примерно в половине обследованных городов (56 %) отмечается незначительное увеличение содержания свинца в почвах или отсутствие выраженной динамики. В Кричеве, Лиде, Слуцке, Витебске и Могилеве отмечается увеличение его содержания более, чем в 1,2 раза. В 44 % городов отмечается снижение содержания свинца, а в Новополоцке, Солигорске и Костюковичах не зафиксировано ни одного случая превышения ПДК.

В настоящее время поступление свинца незначительно, однако оно возрастает в районе металлургических и машиностроительных предприятий, производства аккумуляторов и хрустального стекла.

Следует отметить, что растения не накапливают свинец, поэтому даже восьмикратное превышение ПДК в почвах безопасно для выращивания овощей.

Медь. В почвах городов Беларуси среднее содержание меди относительно невелико – от 3 до 17 мг/кг, при ПДК 55 мг/кг.

В Минске, Орше, Бобруйске и других городах часть проб характеризуется повышенным содержанием меди, достигающим 2,5 ПДК.

Наиболее загрязненные медью участки размещаются в районе крупных машиностроительных предприятий. Увеличение содержания меди в почве более чем в 1,2 раза зафиксировано в Витебске, Гомеле, Борисове, Молодечно и Орше. В 12 городах страны отмечается снижение содержания меди. В ряде городов страны (Гродно, Пинск, Солигорск, Лида, Борисов, Слоним, Светлогорск,

Барановичи, Костюковичи) ни в одной пробе не фиксировались превышения ПДК по содержанию меди.

Никель. Наиболее благоприятная ситуация в городах Беларуси складывается с загрязнением почв никелем, превышение ПДК по которому фиксировались только в 10 обследованных городах. В 58 % городов наблюдается снижение загрязнения почв никелем, в 9 городах тенденция не выражена, и только в Борисове и Лунинце наблюдается его незначительное увеличение.

По остальным тяжелым металлам ситуация в городах Беларуси сравнительно благоприятная, хотя по каждому из них фиксируются отдельные пробы с превышением ПДК.

По загрязнению почв городов тяжелыми металлами можно сделать следующие выводы:

- наиболее обширные поля загрязнения почв городских территорий формируют цинк и свинец, а медь и никель образуют только локальные аномалии;

- в зависимости от профиля промышленных предприятий формируются небольшие аномалии других металлов, например хрома и стронция в Гомеле, кадмия – в Березовке и т.д.;

- старые города загрязнены больше, чем молодые, что подтверждает постепенное накопление металлов;

- по сравнению с крупными городами России, Украины, стран Западной Европы уровень загрязнения почв в городах Беларуси существенно ниже.

Нефтепродукты. В половине обследованных городов среднее содержание нефтепродуктов постоянно превышает ПДК, в остальных также зафиксированы превышения нормативов. Основным источником поступления нефтепродуктов в почвы городов является автотранспорт, поэтому загрязнение неравномерное на территории города.

В 15 городах страны наблюдается значительное увеличение содержания нефтепродуктов (более, чем в 1,5 раза), ещё в четырех - незначительное. Снижение содержания фиксируется только в Жодино, Волковыске и Солигорске.

В целом данные мониторинга земель свидетельствуют о том, что почвы промышленных городов в районах сосредоточения промышленных предприятий и автомагистралей испытывают существенные техногенные нагрузки, вызванные накоплением в верхнем слое (0-10 см) нефтепродуктов и тяжелых металлов.

Нагрузки по нефтепродуктам будут сохраняться на том же уровне в ближайшие годы (около 167 тыс. т/год). Однако существенного ухудшения качества почв наблюдаться не будет в силу относительно быстрого разложения нефтепродуктов в почве.

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

Основными загрязнителями почв в населенных пунктах являются нефтепродукты и тяжелые металлы (цинк, свинец).

При анализе данных за предыдущие годы наблюдений прослеживается тенденция уменьшения среднего содержания некоторых тяжелых металлов (цинк, медь, кадмий) в почвах большинства обследованных городов в последние 5-10 лет.

При существующих в настоящее время объемах и уровнях загрязнения через атмосферные выпадения от промышленных и транспортных источников, складирование и сжигание бытовых и промышленных отходов, отходов ландшафтной уборки территории, содержание наблюдаемых тяжелых металлов в почвах обследованных городов стабилизируется в среднем на уровне 0,1-0,7 ПДК (ОДК).

Помимо участков локального загрязнения, приуроченных, главным образом, к крупным промышленным предприятиям неравномерность загрязнения почвенного покрова городов приводит к появлению случайных, непрогнозируемых участков химического загрязнения за счет ливневого стока.

Химическое загрязнение почв придорожных полос. Проблема загрязнения почв придорожных полос в настоящее время несколько потеряла свою остроту, так как основными загрязнителями являются свинец, цинк и нефтепродукты.

После прекращения использования этилированного бензина свинец в почвы практически не поступает, однако из-за слабой миграционной способности он еще долгие годы будет выше фонового содержания.

Нагрузки по нефтепродуктам будут сохраняться на том же уровне в ближайшие годы (около 167 тыс. т/год). Однако существенного ухудшения качества почв наблюдаться не будет в силу относительно быстрого разложения нефтепродуктов в почве.

Загрязнение почв радионуклидами. Результаты радиационного мониторинга почв на сети ландшафтно-геохимических полигонов, подтверждают сделанные ранее выводы о том, что в настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась. Основной запас цезия-137 в различных типах почв продолжает оставаться в верхнем 7-12 см слое почвы.

В почвах различной степени гидроморфности произошло уменьшение линейной скорости миграции радионуклидов за счет существенного уменьшения доли радионуклидов, которые в составе коллоидных частиц мигрировали вглубь почвы с потоком влаги (конвективный перенос).

В настоящее время диффузия является основным механизмом, который обуславливает пространственное перераспределение радионуклидов по вертикальному профилю почв.

Почвенный поглощающий комплекс представляет собой многофазную многокомпонентную систему, которая достигла определенного метастабильного равновесия.

По всей вероятности, в ближайшем будущем при отсутствии какого-либо внешнего воздействия линейная скорость миграции радионуклидов в различных типах почв будет находиться в пределах 0,20-0,35 см/год.

Наличие геохимических барьеров, фиксирующих радионуклиды и препятствующих их проникновению в более глубокие слои почвы, будет обуславливать низкую интенсивность миграционных процессов.

В Республике Беларусь по-прежнему остаются выведенными из природоохранного использования 246,2 тыс. га загрязненных радионуклидами земель, т.е. около 1,2 % от общей площади земель страны.

Площадь земель, загрязненных радионуклидами, выбывших из сельскохозяйственного оборота, в 2020 г. составляет 248,6 тыс. га, что на 0,5 тыс. га меньше, чем в предыдущем году.

Загрязнение сельскохозяйственных земель. По кадастровой оценке, пахотные почвы в целом по Беларуси оцениваются в 31,2 балла. Пахотные земли, плодородие которых: 25–35 баллов, занимают 46,4% пашни, 20,1–25,0 баллов – 16,3%, 20 баллов и ниже – 7,6% пашни.

Средневзвешенное содержание гумуса – 2,23 %, подвижного калия – 196 мг/кг, фосфора – 184 мг/кг. По данным показателям уровень 1990 г. превышен.

Продукционная способность пахотных земель Беларуси за пятилетний период увеличилась в 1,4 раза и в настоящий момент составляет 45,4 ц/га кормовых единиц. Она варьирует по административным областям от 32,0 ц/га в Витебской области до 52,7 ц/га кормовых единиц – в Гродненской. Её рост свидетельствует об улучшении экологического состояния интенсивно используемых в сельскохозяйственном производстве земель.

Длительное время (1970–2000 гг.) на территории Беларуси наблюдался рост содержания гумуса в пахотных почвах, которое достигло 2,28 %, однако на протяжении последующих 20 лет этот показатель составлял от 2,23 до 2,27 %, возрастая в некоторых районах страны за счет распашки луговых земель, либо сокращаясь за счет интенсивного земледелия. Наиболее низкое содержание гумуса в пахотных почвах наблюдается в Гродненской и Могилевской областях.

В 2005–2009 гг. наметилась тенденция к увеличению применения органических удобрений. В среднем по стране за пятилетний период внесение органических удобрений увеличилось на 1,9 т/га (40%) и достигло в 2010 г. 5,7 т/га. (от 7,8 Брестская до 3,2 Витебская).

Норматив: в пахотных почвах Беларуси потребность в органических удобрениях составляет 12,0 т/га или 58,8 млн тонн.

При сохранении современных доз внесения органических удобрений и структуры севооборота к 2035 году содержание гумуса в стране снизится на 0,06 % и составит 2,21 %. Увеличение площадей под многолетними травами и объемов внесения органических удобрений до 11 т/га будет способствовать повышению содержания гумуса до 2,26 %.

Применение минеральных удобрений для производства конкурентоспособной продукции на внешнем рынке должно находиться на уровне 200–250 кг д.в./га сельскохозяйственных земель на фоне защиты растений.

В период с 2005 по 2010 гг. в среднем по стране объемы применения минеральных удобрений (НРК) увеличились на 128 кг д.в./га и достигли в 2010 г. 284 кг д.в./га пашни, (196 кг д.в./га сельскохозяйственных земель) что соответствует требуемому уровню.

Очень важной задачей применения удобрений является их сбалансированность. В ряде случаев делается попытка недостатков одного из элементов питания, фосфора, заменить внесением азота или калия, что приводит к недобору урожая сельхозкультур, снижению потенциала почвенного плодородия, ухудшению экологической ситуации.

В 2010 доля калийных удобрений по областям 45-50%, азотных - 32-37%, фосфорных - 14-19 %. С 2005 по 2010 гг. увеличились азотные в 1,3 р., фосфорные – 1,7 р., калийные – 1,8 р.

При сохранении современных доз внесения фосфатов (инерционный сценарий) содержание P_2O_5 в почвах страны составит 150 мг/кг, т.е. снизится на 27 мг по сравнению с 2020 г. Оптимистический сценарий предполагает поддержание фосфатного статуса на уровне 180-220 мг/кг, что соответствует оптимальному уровню.

Для пахотных почв Беларуси характерна средняя и повышенная обеспеченность подвижными формами калия. Инерционный и оптимистический сценарии предполагают поддержание уровня обеспеченности около 215 мг K_2O на кг почвы, либо его незначительное увеличение.

В период 2005–2009 гг. объемы известкования находились на уровне 417,7–433,0 тыс. га. Известкование почв способствовало сокращению площадей с кислыми почвами, что позволило перейти к концепции поддерживающего известкования.

В последние годы (с 2012 г.) нарастает подкисление пахотных почв во всех областях Беларуси. Доля кислых почв с рН менее 5 в стране в 2020 г. составляет около 10 %, а в Могилевской и Гродненской областях – около 14 %. При сохранении нынешнего уровня известкования к 2035 г. доля кислых почв в стране вырастет до 24 %. В качестве известкового материала – дефекат (отходы сахарного производства 90-120 тыс. т.). В настоящее время в химической мелиорации нуждаются 27,9 % сельскохозяйственных земель. Потребность в известковых удобрениях составляет 2199,5 тыс. т д.в., в том числе для пашни – 1401,9 тыс. т, для улучшенных сенокосов и пастбищ – 593,1 тыс. т, для загрязненных земель – 205,3 тыс. т.

1.3.6. Проблемы использования и охраны растительности Беларуси.

Организация мониторинга растительности Беларуси. Мониторинг растительного мира представляет собой систему наблюдений за состоянием объектов растительного мира и среды их произрастания, а также оценки и прогноза их изменений в целях сохранения биологического разнообразия, обеспечения устойчивого состояния и рационального использования растительных ресурсов.

Наблюдения проводятся за растениями, популяциями, растительными сообществами или насаждениями, находящимися в их естественной среде произрастания, а также выращиваемыми и используемыми в целях озеленения и иных средообразующих, водоохраных, защитных целях.

Периодичность наблюдений - от 1 до 5 лет в зависимости от состояния, характера и степени негативного воздействия, биологических особенностей объекта мониторинга.

Проведение мониторинга растительного мира осуществляет ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси» с привлечением специалистов Института леса НАН Беларуси и Белорусского государственного университета.

Объекты наблюдений за растительным миром:

- луговая и лугово-болотная растительность;
- водная растительность;
- охраняемые виды растений и грибов;
- ресурсобразующие виды растений и грибов;
- инвазивные растения.

Проблема сохранения биологического разнообразия. Конвенция о сохранении биоразнообразия вступила в силу с 29 декабря 1993 г. Подписана Республикой Беларусь: 11.06.92. Ратифицирована Республикой Беларусь: 10.06.93. Постановление Верховного Совета РБ №2358 –XII.

В январе 2000 года к конвенции был принят Картахенский протокол по биобезопасности.

29 октября 2010 года был принят Нагойский протокол регулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их применения.

Конвенция о биологическом разнообразии предусматривает два вида сохранения биоразнообразия - in-situ и ex-situ:

Сохранение ex-situ означает сохранение компонентов биологического разнообразия вне их естественных мест обитания: в зоопарках и в лабораториях, в частности предлагается ведение генетических банков данных вымирающих видов, дабы в дальнейшем иметь возможность восстановить утерянное (например, путём клонирования).

Сохранение in-situ означает сохранение экосистем и естественных мест обитания, а также поддержание и восстановление жизнеспособных популяций видов в их естественной среде, а применительно к одомашненным или культивируемым видам — в той среде, в которой они приобрели свои отличительные признаки. Особо обращается внимание на сохранение местообитаний видов и структуры взаимосвязей.

Состав флоры Беларуси: Около 12 тыс. видов аборигенных растений и грибов. Далее представлен состав флоры с изменениями, принятыми биологами в последние годы:

- более 7 тыс. грибов, сейчас более 4000 идентифицированы, около 3000 исследуются;
- 2232 видов водорослей, сейчас около 3000 видов с формами;
- 1680 видов сосудистых, сейчас более 4000 видов;
- 433 вида мохообразных, сейчас 443 вида;

- 631 вид лишайников, сейчас 631 вид.

Изменение флоры. Антропогенные факторы и глобальные процессы ведут к ксерофитизации среды обитания видов и эдафических условий региона. 470 видов сосудистых – антропофиты (27%). Уровень антропогенизации флоры – 0,35.

За последние 100 лет из флоры выпали более 40 видов растений, 26 видов за последние 35-50 лет.

Основные тенденции изменения флоры:

1. Сокращение ареалов и выпадение бореальных и арктобореальных видов.
2. Увеличение флоры за счет заносных видов. Среди сосудистых около 1400 видов аборигенной флоры (35 %) и около 2600 видов адвентивных растений (65 %).

Увеличение за счет изменения концепции анализа флоры и включения адвентивных растений. Антропогенный компонент флоры обогащается видами быстрее аборигенного, что приводит к сглаживанию флористических различий регионов Европы. У адвентивных видов наряду с семенным размножением наблюдается и вегетативное, что приводит к вытеснению аборигенных видов. Более 20 % видов флоры находятся на границе сплошного распространения.

Антропогенные факторы, влияющие на состав флоры: мелиорация, сельскохозяйственное освоение болот, развитие транспорта, урбанизация, сенокосение и пастьба скота, лесные пожары, добыча полезных ископаемых и др. Происходит антропогенная денатурализация природных комплексов.

Тенденция сокращения луговых видов из-за зарастания луговых биотопов высокотравьем, кустарником и мелколесьем.

Отрицательный тренд – 115 видов сосудистых, 34 – мохообразных, 65 – водорослей, 30 – лишайников, 37 – грибов.

Список вероятно исчезнувших включает: 26 сосудистых, 13 мхов, 12 лишайников, 1 вид грибов.

В Красной книге 303 вида (189 – сосудистых, 34 - мохообразных, 21 – водоросли, 25 – лишайники и 34 – грибы).

Экологические проблемы антропогенизации флоры: вредные карантинные сорняки, фитоаллергены, активные виды растений, вытесняющие аборигенные виды.

Косвенные действующие факторы – изменение условий местообитания (снижение численности и самовоспроизводство): водозаборы; применение удобрений и ядохимикатов; биологическое загрязнение; засоление; нитрификация; нарушение светового режима путем разрежививания древостоев; загрязнение водоемов и т.д.

Ежегодно процесс обогащения флоры адвентивными видами ускоряется из-за сильной антропогенной трансформации пригородных лесов, болот, укрупнения населенных пунктов.

С начала XXI столетия сокращается занос адвентивных видов по железным дорогам (солянка обыкновенная, марь прямостоячая, верблюдка венечная, лебеда татарская, молочай кипарисовый и др.), что рассматривается как положительный фактор в флорогенезе страны.

Обогащение флоры адвентивными видами связано с наличием полигонов ТКО, увеличением территории дачных участков и коттеджной застройки, сокращением сельских населенных пунктов и натурализацией культурных растений бывших усадеб.

Большое значение в изменении флоры играет натурализация эргазофитов (интродуцированных растений), доля которых на селитебных территориях может достигать 50 % (тополь, ива, тюльпан гибридный, нарцисс, лилия клубненосная, боярышник, спирея, подсолнечник, шиповники и др.).

Прогнозируется сокращение таких видов 1-й и 2-й категории охраны, как камнеломка болотная, звездчатка толстолистная, морошка, береза карликовая, ятрышник дремлик, осок Хоста и др., большинство из которых относится к аркто-бореальным видам. На грани исчезновения бодяк серый, лобелия Дортмана, наяда извилистая из-за изменения экотопов.

В 1970-80-х годах на разнообразие растительного мира существенное влияние оказывало техногенное загрязнение экосистем. После экономического кризиса 1990-х годов и введения Национальной стратегии устойчивого развития, внедрения инновационных технологий в промышленности и сельском хозяйстве загрязнение окружающей среды снизилось и фактически не оказывает влияние на биологическое разнообразие.

Однако глобальное изменение климата, сокращение удельного веса сельского населения, последствия нерационального использования мелиорированных земель, изменения водного режима территорий и ряд других причин обусловили появление определенных экологических проблем для каждого типа растительности: лесной, луговой, болотной, древесно-кустарниковой и водной.

Проблемы лесной растительности. Лесная растительность Беларуси представлена 5 группами формаций:

- бореальные хвойные (57,2 %),
- суббореальные и широколиственно-хвойные (10,7 %),
- неморальные широколиственные (3,8 %),
- коренные мелколиственные на болотах (7,7 %),
- производные мелколиственные (20,6 %).

Соотношение коренных и производных лесов в Беларуси 6:4, а 70 лет назад было 8:2.

Изменение лесистости. Лесистость на протяжении последних лет увеличивается и выросла к 2020 г. до 39,9 %, а с учетом древесно-кустарниковой растительности до 44,2 %. Прогнозируется дальнейший рост лесистости к 2035 году до 42,8 %, а вместе с древесно-кустарниковой растительностью до 46,9 %.

Проблемы – неравномерное распределение по территории Беларуси:

- 10-20% - 8 районов (Несвижский, Копыльский, Берестовицкий, Зельвенский, Жабинковский, Мстиславский, Горецкий, Шкловский);
- 20-30% - 30 районов (Гродненская и Витебская по 6, Брестская -5, Могилевская и Минская по 4);
- 30-40% - 37 районов;
- 40-50% - 25 районов;

- более 50 % - 18 районов (10 в Белорусском Полесье), 5 – вдоль Березины, 3 – север Витебской обл.)

По сравнению с 18-м веком лесистость по районам составляет всего 15-85 %. Повышение лесистости – резерв повышения биологического и ландшафтного разнообразия. Основные причины роста лесистости: кризис сельского хозяйства, авария на ЧАЭС, облесение эродированных и нарушенных земель.

Повысился ресурсный потенциал лесов к 2020 г. (общий запас древесины - 1, 857 млрд м³, средний запас древесины 223 м³/га, доля спелых и перестойных лесов -16,7 %, лесозаготовки 27 млн м³ ликвидной древесины).

Биологический запас дикорастущего растительного сырья составляет 1,1 млн т, однако ежегодные объемы заготовки составляют только 1-2 %.

Последствия изменения климата для лесов:

1. Повышение температуры - изменение прироста древостоя на 10 %, вегетационный период на 15-20 %, запасы древесины к 2050 г. на 10 %.

2. Рост концентрации аэрозолей – снижение количества солнечной радиации – потери продуктивности на 7-9 %.

3. Изменение сроков созревания плодов и семян на 10-15 дней, увеличится период посадки.

4. Увеличение пожароопасного периода.

5. Изменение структуры древостоев и сдвиг ареалов лесообразующих пород (сдвиг зоны толерантности ели на 150-180 км, ольха серая, расширение граба).

6. Увеличение размножения вредителей леса.

7. Включение в состав лесного фонда малопригодных сельскохозяйственных земель из-за засушливости.

8. Возрастание вероятности поздних весенних заморозков (прирост дуба, ели, липы, ягод).

9. Заращение открытых болот, деградация черноольховых и ясеневых лесов.

10. Увеличение продуктивности заболоченных лесов, замена фитоценозов на переходных болотах.

11. Сокращение периода промерзания почв не позволит проводить лесозаготовки на заболоченных землях.

12. Экспансия в лесные экосистемы лесостепных и степных видов.

13. Изменение условий перезимовки из-за уменьшения снегового покрова – негативно на растениях.

Изменения структуры лесов. На протяжении XX столетия в Беларуси изменялась не только лесистость, но и структура лесов. Наибольшую долю занимают хвойные леса.

В целом леса Беларуси оцениваются как многопородные: в них 28 видов деревьев и около 60 кустарниковых, 15 полукустарниковых и 8 кустарничковых видов. Кроме того, интродуцированы сосна Веймутова, дуб красный, тополь канадский и другие экзоты.

За 100 лет примерно на 15 % выросла доля сосновых лесов, которая к 2000 году увеличилась почти до 55 %. Связано это было с тем, что посадки на 75-80

% состояли из сосны, которая является менее прихотливой к почвенно-климатическим условиям. Доля еловых лесов за этот период сократилась с 18 % до 10 % и ниже из-за изменения климата.

Дубовые леса в 1900 году занимали почти 9 %, однако их доля сократилась до 3,5 %, в основном из-за ценной древесины. Практически исчезли Туровские, Речицкие, Буда-Кошелевские дубравы.

В 6 раз сократилась площадь под грабовыми лесами и составила к 2000 году всего 0,2 %, в 2,7 раз сократились ясеневые леса до 0,4 %, а кленовые и липовые леса на территории Беларуси практически исчезли, занимая сотые доли процента. Площадь широколиственных лесов сократилась с 12 % до 4 %.

В наибольшей степени на территории Беларуси выросла доля мелколиственных лесов, в основном за счет производных березовых и ольховых лесов, площадь которых выросла в 3-4 раза. По сравнению с 1900 г. в 2-3 раза сократилась доля коренных березовых, черноольховых и осиновых лесов. Основной причиной их сокращения стала широкомасштабная мелиорация.

Изменения структуры лесов продолжаются и в начале XXI столетия. По материалам лесного кадастра на 01.01.2020 г. в Беларуси сформировалась следующая структура лесов (Рисунок 17).

Сокращение доли сосновых лесов в начале нынешнего столетия объясняется несколькими причинами: значительная доля сосняков на современном этапе относится к категории спелых и перестойных лесов, снижение доли сосновых лесов в лесопосадках и продолжение массового усыхания сосновых лесов из-за распространения вредителей. Следует отметить, что площадь сосновых лесов на протяжении анализируемого периода не сокращается, однако удельный вес сосняков на фоне других типов лесов уменьшается. К 2035 году прогнозируется незначительное сокращение их доли в составе лесной растительности до 48,6 %. Важной задачей, стоящей перед лесоводами страны является выведение новых сортов сосны, устойчивых к засухам и воздействию вредителей.

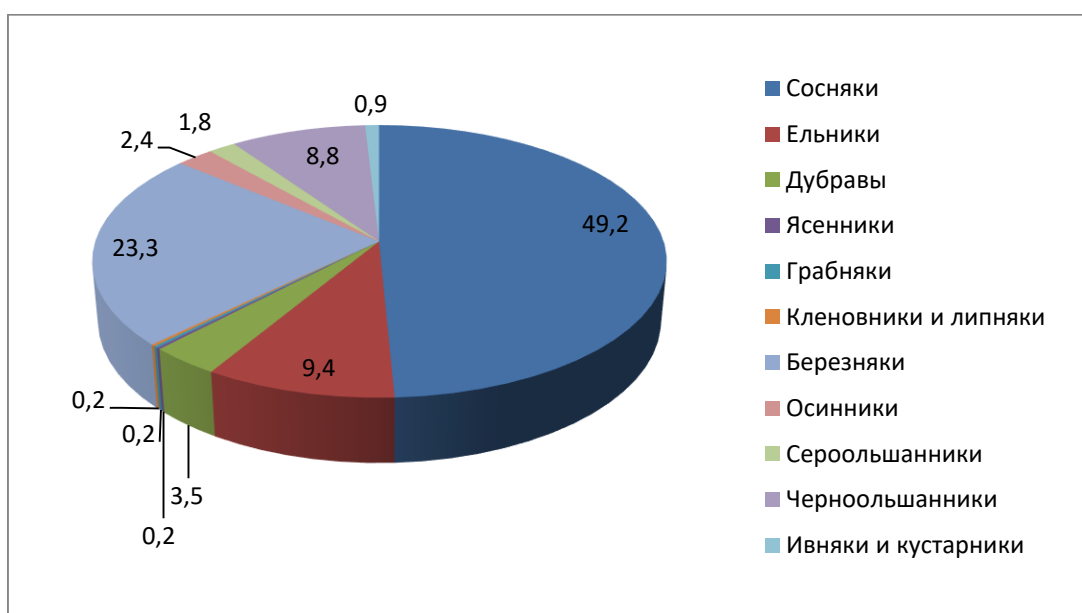


Рисунок 17 – Структура лесных формаций Беларуси на 01.01.2020, в %

Еловые леса также подвержены усыханию, в связи с изменением климата. Однако в последние годы острота проблемы снизилась и их доля в структуре лесов стабилизировалась. В соответствии с прогнозом площадь ельников к 2035 году незначительно увеличится, однако их удельный вес снизится до 9,3 %.

Площадь дубовых лесов к 2035 году также увеличится, однако их удельный вес не изменится. Прогнозируется незначительное увеличение доли других широколиственных пород (граб, клен, липа), а вот площадь ясеневых лесов по прогнозу к 2035 году уменьшится практически вдвое.

Наиболее быстрыми темпами в последние годы увеличивается площадь березовых лесов, что связано с зарастанием болот, внепойменных болот и низкопродуктивных сельскохозяйственных земель, лесных земель, пострадавших от пожаров и ураганов древесно-кустарниковой растительностью. Пионерными породами, как правило выступает береза и другие мелколиственные (ольха, осина). К 2035 году прогнозируется дальнейшее увеличение удельного веса березняков до 23,8 %. Незначительно увеличится доля лесов из ольхи серой. Доля черноольшанников, осинников и ивняков к 2035 году не изменится.

Изменяется не только породный, но и возрастной состав лесов. За последние 10 лет площадь молодняков в составе лесов уменьшилась с 20,3 % до 17,8 %. Уменьшение доли молодняков обусловлено снижением в последние годы площади новых лесов, создаваемых на нелесных землях (то есть лесоразведения), а также переходом части молодняков в группу средневозрастных насаждений.

Удельный вес приспевающих, а также спелых и перестойных насаждений ежегодно увеличивается. За счет перехода средневозрастных насаждений в приспевающие, их доля за 10 лет увеличилась на 5,2 % и составила 26,0 %.

Спелые и перестойные насаждения занимают наименьшую площадь, но за последние 10 лет их удельный вес увеличился с 10,4 % до 16,1 %.

Гибель лесов. Основные угрозы состоянию лесов:

- стихийные природные бедствия (ураганы, пожары, массовые размножения насекомых-вредителей);

- болезни лесообразующих пород и дефолиация лесов.

Ежегодно погибает от 3 до 50 тыс. га лесов (2018 г). В целом за период 1991-2020 гг. в динамике гибели лесов прослеживается циклическая закономерность с пиками каждые 5-7 лет. Основную долю в эту цикличность вносит гибель лесов от неблагоприятных природных явлений (засух и ураганных ветров).

Последний пик гибели лесов наблюдался в 2018 г., когда площадь погибших насаждений составила 50 000 га. Более 10 тыс. га лесов погибало в 1992, 1996, 1997, 2001-2005, 2010-2012, 2015-2020 гг. Отмечается рост ущерба для лесов в последние годы в силу увеличения температур, засушливых периодов, и как следствие периодов пожароопасности и распространения стволовых вредителей.

Важнейшая причина гибели лесов – неблагоприятные погодные условия и пожары, далее идут повреждения болезнями, животными, насекомыми, подтопления и другие антропогенные воздействия. Значительный ущерб еловым лесам был нанесен короедом-типографом, размножившимся после засушливых периодов (1968-1998 гг., 2002-2004 гг., 2009-2012 гг. и др.) и приведшим к массовому усыханию ельников. В последние годы (2016-2020 гг.) усыхание сосняков вызвано распространением вершинного короеда.

В последние годы наблюдается резкое увеличение площади погибших насаждений. В 2016 г. она была в три раза больше, в 2017 и 2019 гг. – в четыре раза, в 2018 г. – почти в шесть раз больше, чем среднее значение за период с 2006 по 2015 гг.

Неблагоприятные погодные условия были основной причиной гибели лесов. За последние десять лет от их воздействия среднегодовая гибель насаждений составила 18,0 тыс. га или 85 % всей площади погибших насаждений. Следует отметить, что в площадь лесов, погибших от неблагоприятных погодных условий, кроме гибели от ветровала, бурелома, снеголома и т.п., включена также площадь насаждений, усохших от воздействия стволовых вредителей, заселяющих ослабленные неблагоприятными воздействиями деревья и являются вторичной причиной, приводящей к их гибели.

Ураганы на протяжении последних лет фиксируются каждый год и приводят к гибели лесов на площади от 2 до 6 тыс. га. Благодаря им в Столбцовском, Клецком, Несвижском, Копыльском районах (в 1993-2001 гг) зафиксировано сокращение лесистости.

Подтопление и затопление, вызванное деятельностью бобров, повреждения дикими животными, насекомыми (короед-типограф, сосновый шелкопряд, пилильщик, зимняя пяденица), болезни леса (корневая и комлевая гниль хвойных пород) приводят к гибели лесов на площади от 10 до 800 га.

Резкое увеличение площади погибших лесов наблюдалось с 2016 по 2019 гг. В 2016 г. увеличение площади погибших лесов вызвано сильными ветрами. Ветровалы и буреломы были наиболее массовыми за период ведения мониторинга.

В 2016 г. общая площадь погибших насаждений была в 3 р. больше, чем среднее значение за 10 лет. В 2017-2019 гг. площади погибших насаждений были в 4-6 раз больше, чем за период с 2006 по 2015 гг.

Причина - воздействие стволовых вредителей, особенно пострадали сосновые и еловые леса. Усыхание еловых лесов – заселение короедом-типографом, а сосновых – вершинным короедом. Усыхание еловых и сосновых лесов на всей территории, но 2/3 площади усохших ельников в Минской и Могилевской обл., более 1/2 усохших сосняков – в Гомельской

Структурный и возрастной состав лесов обусловил отнесение их к наиболее высоким 1-3 классам природной пожароопасности (почти 70 % лесов). Пожары оказывают наиболее сильное влияние на лесные экосистемы и наносят материальный и экологический ущерб, так как гари и горельники требуют больших объемов восстановительных работ. Особенно острой проблема пожаров является на загрязненной радионуклидами территории.

На территории Беларуси на протяжении 1959 – 2019 годов возникло более 137 тыс. лесных пожаров, в результате которых пострадало более 217 тыс. га лесов. Средняя площадь пожара около 1,6 га. Если рассматривать динамику количества пожаров, то можно отметить сокращение их количества после 2001 года. Среднее количество пожаров в год имеет следующую динамику:

1959-1970 гг. – 2,6 тыс.,

1971-1980 гг. – 2,7 тыс.,

1981-1990 гг. – 2,3 тыс.,

1991-2000 гг. – 3,0 тыс.,

2001-2010 гг. – 1,7 тыс.,

2011-2020 гг. – 0,5 тыс.

Максимальное количество пожаров за анализируемый период зафиксировано в 1992 году (более 8,1 тыс.). От 5 до 8 тыс. пожаров фиксировалось в 1966 и 2002 годах, от 3 до 5 тыс. – в 1959, 1963, 1964, 1971, 1972, 1974, 1976, 1979, 1983, 1984, 1994, 1995, 1996, 1999 и 2005 годах.

Максимальная площадь лесов пострадала от пожаров в 1992 году – свыше 25 тыс. га, более 20 тыс. га лесов погибли в 1959 и 2002 годах, а от 10 до 20 тыс. га – в 1963, 1971 и 2015 годах. За период с 2006 по 2020 гг. от пожаров в среднем ежегодно погибало 1,0 тыс. га леса.

Тенденция снижения количества пожаров и площади гарей и горельников, несмотря на потепление климата и рост площади лесов, объясняется совершенствованием работы МЧС и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Проводится противопожарное обустройство лесного фонда, совершенствуется система обнаружения лесных пожаров, вводятся ограничения по посещению лесов.

Мониторинг лесов - система регулярных наблюдений за состоянием лесов, оценка и прогноз изменения состояния. Объект наблюдений - лесной фонд.

Направления мониторинга лесов:

состояние лесов под воздействием антропогенных и природных факторов (мониторинг состояния лесов);

состояние лесов под воздействием вредных насекомых и болезней (лесопатологический мониторинг).

Лесопатологический мониторинг - обследование лесного фонда с целью выявления, учета и оценки воздействия важнейших факторов природного характера на жизнеспособность и продуктивность объектов лесного фонда.

На основе полученных данных принимаются решения о защите лесов, включая профилактические (организационно-технические, лесохозяйственные, лесокультурные, санитарные) и активные защитные и истребительные меры.

В качестве пунктов наблюдений лесопатологического мониторинга приняты земли лесного фонда (119 действующих пунктов наблюдений).

Мониторинг состояния лесов - система регулярных наблюдений с целью получения данных о жизнеспособности и санитарном состоянии лесов, заблаговременного обнаружения неблагоприятных факторов, воздействующих на леса, прогноза их развития.

Наблюдения - 1 раз в год (с 15 июня по 31 августа), когда хвоя и листва сформировались, и до начала осеннего старения.

Общее количество ПН в последние годы составляет 380- 450. Ежегодно обследуется 8000 – 9000 деревьев. Проводится наблюдение за деревьями, оставшими в росте и не относящимися к I–III классам Крафта (положение дерева в окружающем древостое, установившееся в результате конкуренции между деревьями за жизненное пространство – солнечную энергию, воду и элементы почвенного питания), а также за старым сухостоем.

Жизнеспособность деревьев определяется по состоянию крон: их густота и цвет, наличие и доля усохших ветвей.

Определяются видимые повреждения деревьев насекомыми, болезнями, животными, ветром, пожаром и пр.

Устанавливаются причины гибели и рубки обследуемых деревьев. На ПН состояние крон деревьев оценивалось по потере или недостаточному развитию хвои/листвы (дефолиации). По данным мониторинга в последние годы основная часть оцененных деревьев (около 70 %) имеет дефолиацию от 10 % до 20 %, в т. ч. дефолиация 15 % отмечена почти у трети деревьев.

По классификации международной программы по мониторингу (ICP Forests), деревья с дефолиацией 0-10 % (деревья без признаков ослабления) отнесены к категории «здоровых» деревьев. Дефолиация деревьев 15-25 % (ослабленные деревья) рассматривается как сигнал предупреждения, а деревья с дефолиацией более 25 % считаются «поврежденными».

За время проведения мониторинга неоднократно отмечались периоды ухудшения состояния лесов. Первый раз ухудшение состояния лесов наблюдалось в 1993-1994 гг. После сухого лета 1992 г., отмечалось уменьшение доли «здоровых» деревьев и увеличение доли «поврежденных». Ослабление деревьев привело к снижению их энтомоустойчивости. Увеличилась численность насекомых, питающихся тканями деревьев.

С 1998 г. численность листогрызущих насекомых уменьшилась, и удельный вес «здоровых» деревьев увеличился. Одновременно уменьшалась доля «поврежденных» деревьев. Две эти тенденции повлекли снижение среднего процента дефолиации.

В 2019 г. преобладали насаждения со средним процентом дефолиации деревьев от 11 % до 20 %. Второй наиболее значимой группой насаждений были насаждения со средней дефолиацией деревьев 21-30 %. Удельный вес насаждений с дефолиацией более 25 %, («поврежденных» по признаку дефолиации), - 9,3 % и был в 1,9 раз больше, чем среднее значение за 10 лет.

Древесные породы по удельному весу «поврежденных» насаждений расположились в следующем порядке: осина (27,3%), дуб (20 %), ель (13,3 %), сосна (9,4 %) и береза (2,4 %).

Удельный вес насаждений с дефолиацией до 10 %, то есть «здоровых» по признаку дефолиации, составил всего 2,6 % и был на 0,2 % больше среднего значения за предыдущие 10 лет.

Осина - одна из наиболее поврежденных древесных пород. Она находится на втором месте после ясеня по доле деревьев, поврежденных болезнями.

Фитовредители - основная причина повреждения большинства древесных пород и составляют максимальную долю из всех групп повреждающих факторов .

Грибные болезни лесных пород – инфекционные заболевания, вызываемые фитопатогенными грибами. В лесных биоценозах, наряду с относительно крупными трутовиками и шляпочными грибами, встречается много микроскопических паразитных и сапрофитных грибов, разрушающих древесину корней, стволов, ветвей, поражающих листья и хвою. Фитопатогенными грибами чаще поражены ясени, осины и дубы.

За последние 10 лет удельный вес деревьев, поврежденных энтомо- и фитовредителями, ежегодно уменьшался.

Состояние сосны в последние годы существенно ухудшилось. Ухудшение состояния по признаку дефолиации связано с уменьшением доли «здоровых» деревьев и увеличением доли «поврежденных» деревьев, то есть деревьев, имевших дефолиацию кроны более 25 %.

Усыхание ельников зафиксировано в 49 лесхозах, при этом пять лесхозов Могилевский (252,2 тыс.м³), Оршанский (122,0), Чаусский (73,2), Горецкий (70,9) и Костюковичский (51,3 тыс.м³) дают 72 % от объема усыхания в целом по предприятиям Министерства лесного хозяйства.

Объемы усыхания свыше 20 тыс. м³ отмечены в Чечерском (32,8 тыс. м³), Толочинском (32,7), Быховском (23,5), Чериковском (23,2) и Березинском (22,3)

Состояние дуба в последние годы ухудшается. У дуба с 2013 г. отмечается уменьшение доли «здоровых» деревьев и с 2014 г. увеличение доли «поврежденных» по признаку дефолиации деревьев. Дуб повреждается вредителями и болезнями. В Европе установлено 542 вида вредных насекомых, 206 видов грибов, один вирус и 14 видов бактерий, повреждающих дуб.

Дуб в наших лесах, по поврежденности деревьев уступает только ясеню. Почти каждый пятый дуб поражен болезнями.

Состояние ясеня остается сильно ослабленным. Половину оцененных деревьев составляли сильно ослабленные, усыхающие и усохшие деревья, то есть были «поврежденными» по признаку дефолиации. Неудовлетворительное состояние ясеня вызвано в основном болезнями.

В то же время вывод о неудовлетворительном состоянии популяции ясеня можно сделать на основании того, что в сети пунктов наблюдений осталось менее 10 % учетных деревьев от общего количества деревьев отобранных за период проведения мониторинга.

Состояние березы в последние годы ухудшилось. У березы уменьшилась доля «здоровых» по признаку дефолиации деревьев, а доля «поврежденных» деревьев, то есть деревьев, имевших дефолиацию кроны более 25 %, увеличилась.

Состояние осины в последние годы ухудшилось. У осины с 2014 г. ежегодно увеличивался удельный вес «поврежденных» по признаку дефолиации деревьев, то есть деревьев, имевших дефолиацию кроны более 25%.

Состояние ольхи черной после резкого ухудшения в 1993-1996 гг., имело тенденцию к улучшению. Лишь с 2012 по 2016 гг. резко уменьшилась доля

«здоровых» по признаку дефолиации деревьев, а в 2005-2006 гг. резко увеличился удельный вес «поврежденных» деревьев, то есть деревьев, имевших дефолиацию кроны более 25 %. За период наблюдений отпад деревьев ольхи - не большой. В некоторые годы погибших деревьев не наблюдалось. Увеличение доли погибших деревьев отмечалось лишь в годы с массовыми ветровалами и буреломами.

Проблемы луговой растительности. Луговая растительность в Беларуси является интронзональным и вторым по занимаемой площади типом природной растительности. На протяжении последних 52 лет площадь лугов в Беларуси сократилась с 3600 тыс га (17,3 %) в 1968 году до 2568 тыс. га (12,4 %) в 2020 г.

В зависимости от месторасположения луга условно можно разделить на 4 группы: пойменные, продуктивность которых зависит от климатических особенностей года, низинные, которые были основным объектом мелиорации, суходольные, для которых характерно стабильное хозяйственное использование и урбанизированные, которые приурочены к населенным пунктам. При общем сокращении площадей луговой растительности, перечисленные типы лугов характеризуются различными темпами изменений площадей.

В наибольшей степени сократилась площадь низинных лугов, которые занимали немногим более 1560 тыс. га в 1968 году, а в 2020 г. – только чуть более 55 тыс. га. Большое сокращение площади низинных лугов в 1960-1980 –х годах объясняется широкомасштабной мелиорацией. Сильно сократилась за указанный период и площадь заливных лугов с 309 тыс. га до 66 тыс. га.

Площадь суходольных лугов за 52 года увеличилась с 1723 тыс. га в 1968 г. до 2508 га в 2020 г. Увеличение площади суходольных лугов во второй половине прошлого столетия также объясняется мелиорацией лугово-болотных сообществ и переводом их в состав пастбищ.

На современном этапе луговая растительность сокращается высокими темпами из-за изменения их хозяйственного использования в результате сокращения сельского населения, уменьшения поголовья скота в личных подворьях. В результате наблюдаются следующие негативные тенденции в развитии травяных сообществ всех областей страны:

1. Сохраняется тенденция сокращения площадей лугов (с 2010 по 2020 гг. на 21,3 %). Рост наблюдался только в 1998-2005 гг. за счет передачи низкопродуктивных пахотных земель под сенокосы и пастбища.

2. На лугах и болотах активно распространяется древесно-кустарниковая растительность из-за прекращения хозяйственного использования угодий (сенокосения и выпаса), особенно на мелкоконтурных участках, в долинах малых рек. Наибольшая закустаренность в Витебской области (более 38 % земель, занятых кустарниковой растительностью в стране).

3. Ширится зарастание лугов крупнотравьем, рудеральным бурьяном (бодяками, полынью, крапивой, купырем и др.). Бурьянизация – результат нарушения сенокосно-пастбищного режима. Местами крупнотравье занимает более 50 % состава травостоя.

4. Распространение на лугах заносных видов, растений разных жизненных форм с мощным инвазионным потенциалом. В луговых ассоциациях зафиксировано 45 видов инвазивных растений. Из кустарников - боярышник, ирга колосистая, из лиан – колючеплодник (эхиноцистис) лопастной, из трав – люпин многолистный, борщевик Сосновского, золотарник канадский, мелкопестничек канадский, тонколучник северный и др. Наибольшая инвазированность луговых угодий в Минской области. На отдельных участках доля инвазивных видов составляет 50-90 %.

5. За последние 10 лет заметно снижение общих показателей продуктивности луговых травостоев в Гомельской и Могилевской областях (на 25-30 %) и повышение этого показателя в Минской области на 24 %. Снижение связано с интенсивностью сенокосно-пастбищного использования угодий и отсутствием компенсационных мер, повышение – за счет распространения крупнотравья, в т. ч. бурьяна.

6. Резко снижается присутствие (до выпадения полностью из травостоя) ценных кормовых (клеверов, люцерн, чин болотной и луговой, овсянника лугового, лисохвоста лугового, мятликов болотного, узколистного и лугового, овсяницы красной, полевиц гигантской, песчаной и др.). В результате в травостое господствует травостой низкой и средней кормовой ценности. Площади сыролуговых пойменных сообществ сокращаются в результате увеличения засушливости климата в южных районах страны.

7. Продолжительное отсутствие сенокосения, распространение бурьяна и древесно-кустарниковой растительности, создают угрозу для существования целых травяных сообществ: узколистно-мятликового, горно-клеверного, средне-клеверного и других.

Основные причины проблем луговой растительности: прекращение сенокосения и выпаса скота, отсутствие ухода за угодьями, так как травянистая растительность не выдерживает конкуренции с древесно-кустарниковой.

Прогноз по луговой растительности.

Скорость сокращения лугов за последние 50 лет составила 19,3 тыс. га в год, а за последние 10 лет – 63,4 тыс. га. Учитывая устойчивые тенденции последних лет, прогнозируется общее сокращение луговых угодий к 2025 г. на 257,3 тыс. га, или 9,8 %, к 2035 г. – на 686,1 тыс. га, или 26,1 %. Площадь их может сократиться до 1943,5 тыс. га. Исчезнет ряд полуестественных луговых биотопов. Однако на этом фоне прогнозируется некоторое увеличение площадей пойменных (заливных) лугов.

На лугах продолжится ксерофитизация растительного покрова с одновременным распространением крупнотравья и древесно-кустарниковой растительности. Доля ксеромезофитных и ксеротермных лугов увеличится с 3,6 до 7,8 %.

Продуктивность надземной фитомассы мало изменится и будет зависеть от режима использования угодий.

Проблемы болотной растительности. Болотная растительность представлена низинными (эвтрофными), переходными (мезотрофными) и верховыми (олиготрофными) болотами. Верховые болота занимают около 16 % площа-

ди болот и приурочены преимущественно к северным районам страны, где образуют крупные массивы: Ельня, Козьяны, Освейское, Большой Мох, Болото Мох, Домжерицкое и другие. Переходные болота занимают всего 3 % от площади болот и чаще встречаются в центральных районах Беларуси. Низинные болота встречаются по территории всей страны и занимают более 81 % болот. Особенно крупные массивы болот встречаются на юге страны: Ольманские болота, Выгонощанское, Дикое, Булев Мох и другие.

В настоящее время сохраняется тенденция сокращения площади болот, которые до широкомасштабной мелиорации занимали около 3 млн га (14 % территории страны).

Площади открытых болот сократились с 7,3 % (1954 г.) до 4,2 % в 2010 г. (873 тыс.га) – 4,1 % в 2020 г - 863тыс. га, что составляет менее 30 % от первоначальной площади естественных болот. При этом подавляющее большинство открытых болот (630 тыс. га) находится в пределах особо охраняемых природных территорий, а 314 тыс. га болот имеют имеют Международный статус охраны.

Осушение болот на территории Беларуси проводилось начиная с XIX столетия, когда работала Западная экспедиция по осушению болот Полесья, однако своего пика мелиорация достигла в 1960-80-е годы, когда было осушено более 66 % болот.

Тем не менее, по проведенным расчетам, Республика Беларусь занимает 15 место в мире по площади торфяников, 20-е – по соотношению площади болот к общей площади страны и относится к основным торфяным странам Европы.

В настоящее время осушительная мелиорация на территории болот в Беларуси практически не проводится, а выполняются только работы по поддержанию существующей мелиоративной сети. В ряде районов с деградированными постмелиоративными почвами проводится повторное заболачивание. Восстановление болот проведено на площади более 50 тыс. га.

Основные проблемы сохранения и использования болот:

- нарушение гидрологического режима болот мелиоративной сетью на площади более 510 тыс. га;
- зарастание древесно-кустарниковой растительностью;
- добыча торфа;
- распашка осушенных торфяных почв;
- наличие около 470 тыс.га деградированных торфяников бывших месторождений и сельскохозяйственных земель;
- превышение в 12 раз расхода торфа над его приростом;
- отрицательный баланс эмиссии и депонирования парниковых газов торфяниками страны (выделение 16,7 млн. т CO₂, при поглащении 0,9 млн. т CO₂);
- торфяные пожары.

Основные угрозы состояния болотных экосистем связаны со следующими факторами: изменением климата, понижением уровня грунтовых вод, зарастанием болот древесно-кустарниковой растительностью, сокращением биотопического разнообразия, торфяными пожарами. В наибольшей степени уязвимыми

болотными экосистемами являются таежные верховые болота, пойменные низинные болота и деградированные торфяники.

Прогноз изменения болотной растительности. К 2035 году прогнозируются следующие тенденции изменения болот Беларуси:

1. Сокращение площади открытых таежных верховых болот на 56,7 тыс.га, что составляет около 50 % их современной площади и открытых пойменных болот на 60,7 % из-за изменения гидрологического режима рек.

2. Уменьшение экосистемного разнообразия болот и упрощение их пространственной структуры, из-за развития лесных биотопов, зарастания открытых водоемов и болотных топей. Прогнозируется рост болотных лесов до 68 % площади торфяного фонда и сокращение открытых болот до 8,7 %.

3. Изменение видового разнообразия флоры болот и сокращения ареалов ряда болотных видов: водяника, клюква, морошка, сфагнум, росянка, подбел, пушица, шейхцерия, береза карликовая, осоки Буксбаума, заливная и других.

4. Возрастание частоты торфяных пожаров на площади более 220 тыс. га.

5. Увеличение продуктивности болотных экосистем за счет древесно-кустарниковой растительности.

Для сокращения негативных тенденций изменения болотных экосистем предполагается к 2035 году проведение восстановления гидрологического режима на площади 140 тыс. га деградированных торфяников.

Проблемы водной растительности. Водная растительность представлена практически на всей акватории водных экосистем (озера, водохранилища, пруды, реки, ручьи и каналы), которые на территории Беларуси занимают 463,5 тыс. га. К наиболее ценным и редким биотопам водных экосистем Беларуси относятся мезотрофные озера с полушником озерным и лобелией Дортмана (11 озер), мезотрофные озера с бентосными сообществами харофитов (29 озер), естественные эвтрофные и мезотрофные озера с погруженной и плавающей растительностью гелогидрофитного и рдестового типов (около 120 озер), естественные дистрофные озера среди верховых и переходных болот (17 озер), водоемы на карстовых участках и в суффозионных западинах, равнинные водотоки с погруженной, полупогруженной и плавающей растительностью.

В последние годы отмечаются положительные тенденции в изменении экологического состояния поверхностных водных объектов.

Отмечены негативные тенденции изменения видового состава погруженных макрофитов и массовое развитие роголистников в оз. Лукомское, вызванные сбросом подогретых вод с Лукомльской ГРЭС и работой садкового комплекса. Массово стал развиваться роголистник. На смену широколистных рдестов (рдест блестящий) пришел рдест гребенчатый). Активно развиваются нитчатые водоросли, что указывает на переход экосистемы оз. Лукомское в высокоэвтрофное состояние.

Среди новых видов отмечены кубышка желтая в оз. Снуды, а также наяда большая – редкий охраняемый вид, занесенный в Красную книгу Республики Беларусь, в оз. Лукомское. Ранее произрастание данных видов в озерах не фиксировалось.

Прогноз изменения водной растительности: Ведущими факторами формирования и развития высшей водной растительности озер выступают естественные природно-климатические и антропогенные факторы. Многолетние циклические изменения климата определяют количественное развитие макрофитов, не оказывая влияния на видовой состав флоры.

Увеличение среднегодовой температуры воздуха приведет к увеличению теплозапаса озер и проявится в увеличении продолжительности вегетации макрофитов за счет смещения сроков весенней и осенней циркуляции, увеличении прогрева водной массы в безледный период.

Последствия антропогенного влияния - изменения видового состава и количественное развитие водной растительности: появление распространенных, монодоминантных и толерантных к изменению условий среды видов в сообществе гидробионтов; сокращение площади зарастания и биомассы водных растений; увеличение или снижение биомассы макрофитов в результате конкуренции фитопланктона.

В связи со снижением интенсивности хозяйственной деятельности, а также проводимыми природоохранными мероприятиями, ожидается улучшение экологического состояния оз. Дривяты, Лукомское, Селява и восстановление их исходного макрофитного состава.

В водохранилищах речного типа процесс зарастания происходит как во временном (стадия развития), так и в пространственном (от верховьев к плотине) аспектах. В перспективе следует ожидать окончания стадии динамического равновесия вхр. Вилейское, что проявится в появлении и развитии на водоеме сплавин, заболачивании верховий водохранилища, изменении флористического состава водных растений.

Развитие водной растительности рек находится в зависимости от морфологических (ширина, глубина русла) и гидрологических параметров (скорость течения), состава грунтов. Прогнозировать существенные изменения в структуре зарастания рек не представляется возможным.

Проблемы отдельных видов растений и грибов и отдельных групп растений. Как указывалось выше, мониторинг растительного мира ведется за охраняемыми видами растений и грибов, ресурсообразующими видами растений и грибов, защитными древесными насаждениями и инвазивными видами.

По данным наблюдений за состоянием *видов растений и грибов, занесенных в Красную книгу*, отмечено, что в большинстве популяций отмечены регрессивные популяционные процессы.

Утрачены места произрастания 8 видов растений (сосудистые растения: бодяг серый, болотноцветник щитолистный, молочай мохнатый, пузырник судетский, сверция (трипутник) многолетняя, скабиоза голубиная; мохообразные: андрея скальная, цинклидотус дунайский), что составляет 2,6 % от списка охраняемых видов.

На грани исчезновения популяции 13 видов сосудистых растений (астранции большой, борца обыкновенного, валерианы двудомной, горошка гороховидного, жирянки обыкновенной, зверобоя четырехкрылого, камнеломки бо-

лотной, козельца голого, кольника черного, тофилдии чашечковой, цинны широколистной, ятрышника обожженного, ятрышника дремлика), - 4 % от охраняемых видов.

За последние 20 лет сократились размеры популяций (площадь, численность особей), что говорит о регрессивном типе их сукцессионной динамики и необходимости принятия срочных мер охраны.

Прогноз: Современная климатическая ситуация может привести к нарушению механизмов популяционного регулирования, что будет способствовать деградации краевых ценопопуляций и в зависимости от представленности популяций на территории Беларуси приведет к гибели отдельных.

С учетом текущего состояния популяций охраняемых видов растений и грибов и степенью риска гибели, доля видов, угроза исчезновения которых настолько высока, что это может произойти в результате случайного изменения условий обитания, составляет 30 % от общего количества видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Мониторинг *ресурсообразующих видов растений и грибов* показывает высокую их зависимость от климатических особенностей года.

Прогноз: Дефицит осадков в сочетании с повышенным температурным фоном в последние годы негативно сказывается на состоянии генеративных органов, росте и развитии ресурсообразующих ягодных растений, имеющих неглубокую корневую систему.

При сохранении тенденции сокращения осадков в дальнейшем негативный тренд динамики ресурсообразующих растений и грибов сохранится.

Результаты наблюдений за *защитными древесными насаждениями* на землях сельскохозяйственного назначения свидетельствуют о наличии общей тенденции к ухудшению их состояния с увеличением возраста, ведущего к снижению их защитных свойств. в связи с отсутствием уходов за ними.

Прогноз: В будущем следует ожидать ухудшения состояния защитных древесных насаждений, поскольку количество выбросов от передвижных источников загрязнения и количество вносимых противогололедных реагентов продолжает увеличиваться: нарастает риск проявления эффекта накопления.

Учитывая породный состав *полезащитных насаждений* в Лунинецком районе Брестской области, их предельный возраст и особенности конструкции, можно прогнозировать массовый естественный отпад деревьев в *полезащитных древесных насаждениях*. В результате деградация защитных насаждений приведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Объекты наблюдений за *инвазивными видами растений* - популяции видов, создающих угрозу жизни или здоровью граждан, сохранению биологического разнообразия, причиняющих вред отдельным отраслям экономики, а также среда их произрастания. Сеть состоит из 106 пунктов наблюдений, на которых учитываются более 400 видов растений с инвазивным потенциалом (особо опасные, опасные, инвазивные, потенциально инвазивные, заносные и стабильно натурализовавшиеся).

Наиболее проблемной является группа особо опасных инвазивных видов, включающая борщевик Сосновского, золотарники, эхиноцистис лопастной,

клен ясенелистный, робиния лжеакация и амброзия полынолистная. Для озеленения населением продолжают использоваться клен ясенелистный, робиния лжеакация, золотарники и эхиноцистис.

На территории Беларуси в настоящее время зарегистрированы почти 3800 мест произрастания гигантских борщевиков на площади около 2150 га. Более 1900 мест произрастания борщевика (51 %) зарегистрировано в Витебской области, реже он встречается в центральных и южных районах страны. Благодаря мероприятиям по борьбе с гигантскими борщевиками удалось остановить их экспансию. Мониторинг борщевиков на территории Беларуси в последние годы позволяет прогнозировать в ближайшее время возрастание его плотности в центральном регионе, включающем Минский, Дзержинский, Воложинский, Логойский, Молодечненский, Вилейский и Мядельский районы. При проведении мероприятий по борьбе с борщевиком следует ожидать сокращения его площадей и плотности в этих районах.

Инвазивные золотарники в Беларуси представлены несколькими видами и зарегистрированы в 81 районе страны, более чем 2,3 тыс. популяций на площади свыше 420 га. Около 75 % популяций и почти 94 % общей площади сосредоточены на территории Минской области. В центральных районах страны (особенно Минском, Смолевичском и Червенском районах) продолжается активная экспансия золотарников и появляются новые места произрастания.

За 10 последних лет количество зарегистрированных мест произрастания в стране выросло на 3,6 %, а в Минской области – на 4,5 %. Дальнейшая экспансия инвазивных золотарников будет происходить преимущественно в центральной части страны путем формирования сплошного покрова в подходящих экологических условиях. Следует ожидать активного увеличения площади произрастания золотарника на западе и юго-западе страны, что обусловлено как влиянием популяций из центрального региона, так и из-за пределов Беларуси, со стороны Польши, где этим растением уже заняты значительные по площади территории. На севере страны возможно постепенное увеличение количества незначительных по площади популяций.

Расширение экспансии эхиноцистиса лопастного в последние годы довольно стабильно и наблюдается в поймах крупных рек (Днепра, Березины, Припяти, Немана) и их притоков, где формируются коридоры миграции.

Ареалы произрастания клена ясенилистного зарегистрированы в 100 районах страны (по состоянию на 2020 г.). Встречается более 4,8 тыс популяций на площади около 400 га. Максимальное количество популяций зарегистрированы в Минской области. Ежегодно количество популяций растет на 1-2 %, а на юго-востоке страны экспансия данного вида идет значительно более быстрыми темпами. Во многом это объясняется распространением данного вида с территории зоны отчуждения после аварии на ЧАЭС.

Активно расширяет свой ареал в последние годы и робиния лжеакация, ареалы которой зарегистрированы на территории 92 районов, образуя более 1000 ареалов на площади около 190 га. Более широко она встречается в южных районах страны, где культивировалась в усадебных парках. Потепление климата может привести к росту плотности произрастания робинии лжеакации на 20-

25 %, особенно вдоль железных дорог и в поймах Днепра, Сожа и Березины и ее экспансии в северные районы страны.

По данным наблюдений за инвазивными видами растений в юго-восточном регионе страны отмечено активное распространение карантинного вида – амброзии полыннолистной. На пустошных землях, особенно вблизи крупных автомагистралей амброзия образует крупные популяции, являющиеся резерватом этого вида для всех южных районов страны. В настоящее время зарегистрировано более 110 популяций, занимающих площадь свыше 10 га.

Расширение экспансии амброзии полыннолистной возможно в южных и юго-восточных районах Беларуси.

При сохранении существующих темпов борьбы с особо опасными видами прогнозируется к 2035 году расширение площади их ареалов на 15 %, в том числе золотарника канадского – на 21 %, эхиноцистиса лопастного – на 14 %, клена ясенелистного – на 12 %, робинии лжеакации – на 10 % и амброзии полыннолистной – на 18 %. В то же время прогнозируется сокращение площади распространения борщевика Сосновского на 12 %.

1

3 Современное состояние животного мира и его динамика. Всего в стране насчитывается 503 вида позвоночных, а также более 30 тыс. беспозвоночных. Проблемой является сохранение животного мира по классам:

- птицы (329 видов);
- млекопитающие (83 вида);
- костные рыбы (68 видов);
- земноводные (13 видов);
- пресмыкающиеся (7 видов);
- круглоротые (3 вида).

Самые распространенные среди беспозвоночных – это насекомые (более 12 тыс. видов). Среди них в Беларуси в видовом отношении лучше изучены отряды: жесткокрылые – 3700 видов, чешуекрылые – 1700 видов, полужесткокрылые – около 1400 видов.

Основные угрозы для животного мира на современном этапе связаны с хозяйственной деятельностью человека, приводящей к изменению экосистем, урбанизацией и развитием системы транспортных коммуникаций, изменением климата, распространением инвазивных видов животных, изменением гидрологического режима и интенсификацией водопотребления, загрязнением среды обитания, пирогенным воздействием, рекреацией и браконьерством.

Первой проблемой животного мира Беларуси является сокращение видового разнообразия. Видовой состав животного мира за историческое время претерпел значительные изменения. В результате хозяйственного освоения территории за последние 300-400 лет исчезли многие ценные виды позвоночных животных: тарпан, европейский тур, соболь, россомаха, благородный олень, лесной

кот, выхухоль, русский осетр, белуга, семга, стрепет, розовый пеликан, фазан и другие виды.

В силу перечисленных выше угроз многие виды животных сокращают свою численность и занесены в Красную книгу Республики Беларусь, которая переиздается с периодичностью 1 раз в 10 лет. В каждом последующем издании Красной книги выводились отдельные виды и включались новые, при этом общее количество видов неуклонно росло. В настоящее время утвержден список животных, вошедших в 4-е издание Красной книги (2014 г.), который включает 202 вида (0,6 % видов), в том числе 104 вида позвоночных животных (20 видов млекопитающих, 70 видов птиц, 10 видов представителей ихтиофауны, 2 вида амфибий и 2 вида рептилий) и 98 видов беспозвоночных (87 видов насекомых, 6 - ракообразных, 2 - двухстворчатых моллюсков и по 1 виду пиявок, паукообразных и многоножек).

Вторая проблема связана с ухудшением условий обитания и сокращением численности видов, охраняемых в рамках международных договоров, прежде всего орнитофауны.

Третья проблема связана с сокращением численности промысловых видов животных в связи с изменением условий обитания и их истреблением в результате охоты и рыболовства. Проблемным видится и изменение видовой структуры ихтиофауны, орнитофауны и териофауны.

Четвертая проблема связана с появлением инвазивных видов животных, расширением ареалов их распространения и вытеснением аборигенных видов.

Все перечисленные проблемы в разной степени характерны для всех классов позвоночных и беспозвоночных животных и будут рассматриваться по основным классам.

В настоящее время ведутся постоянные наблюдения за состоянием животного мира в рамках НСМОС. Мониторинг животного мира - система наблюдений за состоянием животных и среды их обитания, оценка и прогноз их изменений. Он не охватывает все виды животных, но контролируются наиболее проблемные виды в различных регионах страны.

Основные направления мониторинга в Республике Беларусь:

- наблюдение за животными, в Красной книге РБ (19 пунктов, 24 вида, периодичность - 1 раз в 1-5 лет);
- наблюдение за животными, в рамках международных договоров РБ (4 пункта, ежегодно);
- наблюдение за инвазивными животными и средой их обитания (6 пунктов, ежегодно).
- наблюдение за промысловыми животными и средой их обитания (25 пунктов, ежегодно);
- наблюдение за объектами рыболовства, и средой их обитания (6-7 пунктов, ежегодно).

Современные проблемы териофауны Беларуси. Современная териофауна не имеет выраженных различий для районирования внутри Беларуси и включает 83 вида, что составляет 1,5 % мировой фауны млекопитающих.

Проблемы видов, занесенных в Красную книгу. 20 видов млекопитающих занесены в Красную книгу (барсук, бурый медведь, зубр, горностай, европейская рысь, европейская норка, летяга обыкновенная, крапчатый суслик, соня-полчок, орешниковая и садовая сони, обыкновенный хомяк, 8 видов летучих мышей). Процентная доля млекопитающих, вошедших в национальный Красный список, составляет 24,0 %, таким образом они являются одними из наиболее уязвимых классов животного мира.

В предыдущие издания включались выхухоль и лесной кот, которые были исключены, как исчезнувшие виды. В последние годы нет сведений о встречаемости на территории страны норки европейской, енота-полоскуна, однако зафиксировано появление новых видов: кота лесного, лошади Пржевальского, муфлона европейского, шакала обыкновенного, тарпана.

Енот-полоскун и выхухоль были акклиматизированы на территории Припятского Полесья, однако в последние 40-50 лет не регистрируются зоологическими экспедициями. Локальные популяции норки европейской в верховьях Ловати, Лучосы, Ствиги с 2004 г. научно не подтверждаются.

В большинстве своем появление новых видов связано с отсутствием хозяйственной деятельности на территории Полесского радиационно-экологического заповедника, изменением климата и проведением акклиматизации новых видов. Так, лошадь Пржевальского – эндемик фауны Центральной Азии, сохранившийся из группы плейстоценовых диких лошадей, зафиксирован на территории Полесского радиационно-экологического заповедника, начиная с 2007 г., куда он зашел из Украины. В настоящее время в заповеднике численность вида составляет около 50 лошадей.

Зубр европейский относится ко II категория охраны и имеет международную значимость: включен в Красный список МСОП, приложение III Бернской конвенции, Красные книги Литвы, Польши, России, Украины. В Беларуси удалось создать популяцию зубра, которая начала восстанавливаться в 1953 г., когда в Беловежской пуще были выпущены 7 особей.

С 1946 г. по настоящее время зубр находится под охраной. Большую роль в увеличении численности зубра сыграла разработка национальной «Программы по сохранению, расселению и использованию зубра в Беларуси» (Программа «Зубр») и практическая реализация ее 1-го этапа. В национальном парке «Беловежская пуща» было отловлено 78 зубров, которые явились основателями для 10 новых центров их содержания и разведения. Появилась популяция зубров и в Полесском радиационно-экологическом заповеднике. За 25 лет ее численность достигла 184 особей, т.е. выросла в 11,5 раз.

К 2021 году количество вольноживущих зубров возросло до 2101 особи, проводится незначительная добыча (1-2 %). С 2011 г. Беларусь находится на 1 месте в мире по численности зубра, обитающих в свободных условиях. К 2035 году прогнозируется увеличение численности зубра до 4,5 тыс. особей.

Популяции бурого медведя, рыси, барсука на территории Беларуси стабильны и в последние годы отмечается некоторое расширение их ареалов, но численность животных не увеличивается. Если охотничьему хозяйству следует развиваться в направлении повышения продуктивности угодий и рентабельно-

сти охотпользователей, согласно Стратегическому плану развития охотничьего хозяйства и охоты в Беларуси, то одновременно с сокращением численности волка необходимо регулировать и популяцию рыси. Значит нужно выводить вид из Красной книги или придать ей двойной статус, как зубру. В этом нет ничего опасного, ведь лучшая форма охраны животных – их рациональная эксплуатация.

С 1968 г. охота на барсука в Беларуси была запрещена и он включен во все издания Красной книги Беларуси. Фактическая численность барсука колеблется по годам, устойчивого снижения численности вида не наблюдается. Потенциальная площадь обитания для вида за 50 лет увеличилась на 0,8 млн га.

На современном этапе там, где это возможно барсук незаконно добывается и статус краснокнижника этому даже способствует, поскольку виду не уделяется должного внимания.

По мнению ученых, реальная численность барсука на данный момент может достигать того количества, которое позволит исключить данный вид из Красной книги Беларуси. Для поднятия и поддержания достаточной для охоты численности барсука возможны биотехнические мероприятия. Это устройство искусственных или восстановление бывших нор, поскольку требования к жилью у барсуков особые и таких мест мало.

Вторую группу млекопитающих, за которыми ведется мониторинг, составляют промысловые животные. Перечень охотничьих животных, определенный в Правилах ведения охотничьего хозяйства и охоты, состоит из 50 видов, в том числе 12 нормируемых (8 видов копытных животных, 2 вида пушных животных и 2 вида птиц) и 38 ненормируемых (11 видов пушных животных, 27 видов птиц. Из 21 вида представителей териофауны для охотничьего хозяйства наибольшее ресурсное значение имеют лось, косуля, олень благородный, заяц, бобр, белка, волк и лисица. Несколько ниже охотничье значение ондатры, американской норки и куницы.

Численность основных видов охотничьих животных в течение периода наблюдений в основном увеличивалась. Причины - принятые меры по реализации мероприятий Государственной программы развития охотничьего хозяйства на 2006-2015 гг. и Государственной программы «Белорусский лес» (подпрограмма 3 «Развитие охотничьего хозяйства») на 2016-2020 гг.

По данным Министерства лесного хозяйства и Министерства статистики, в последние годы в охотничьих хозяйствах Беларуси сохранилась динамика роста численности и добычи основных ресурсных видов охотничьих животных кроме кабана.

С 2005 по 2020 гг. произошло увеличение популяций:

– лося с 15,6 до 42,8 тыс. особей (в 2,8 раза)

– оленя благородного с 4,9 до 31,0 тыс. особей (в 6,3 раза)

– косули с 50,4 до 119,3 тыс. особей (в 2,4 раза).

Высоким темпам роста численности оленя в Беларуси способствовала реализация Государственной программы развития охотничьего хозяйства на 2006-2015 гг., в рамках которой предусматривались работы по научному сопровождению реакклиматизации и расселения данного вида.

Численность кабана росла с 2005 по 2014 гг. с 38,6 до 86,0 тыс. особей (в 2,2 раза), но в 2016 г. уменьшилась до 26 тыс., что объясняется заболеванием африканской чумой и отстрелом. С 2013 по 2020 гг. его численность на пунктах наблюдений сократилась на 90 % и такая тенденция сохранялась до 2020 г. (до пересмотра мер по снижению распространения африканской чумы свиней). В настоящее время численность кабана сократилась до 3 тыс. особей и данный вид является наиболее проблемным из промысловых животных.

По прогнозу количество особей диких копытных к 2035 году будет увеличиваться и к 2035 году численность косули превысит 200 тыс. особей, благородного оленя почти достигнет 100 тыс. особей, лося – до 70 тыс. особей.

По остальным видам охотничьих животных наблюдаются естественные колебания численности, связанные с популяционной структурой и воздействием среды обитания.

Численность зайца сокращалась быстрыми темпами с 2005 по 2010 годы, а затем стабилизировалась на уровне около 170 тыс. особей. Более проблемным видом выступает заяц-беляк, численность которого сокращается в связи с изменением климата. Также стабильна численность белки – более 100 тыс. особей.

Достаточно проблемным видом является лисица, численность которой на рубеже столетий достигла максимума (более 40 тыс. особей), а затем сократилась почти в 2 раза (около 20 тыс. особей). Численность лисицы сокращается в связи с отстрелом из-за участившихся случаев заболевания бешенством.

Наблюдается в последние годы и сокращения численности бобра и ондатры, что связано с климатическими изменениями, ухудшением условий обитания и добычей хищниками. Если популяция бобра стабильна и по сравнению с 2005 годом его численность практически не изменилась (около 50 тыс. особей), то численность ондатры устойчиво сокращается с 70 тыс. в 2005 году до 17,3 тыс. особей в 2020 г. Прогнозируется дальнейшее сокращение численности данного вида вплоть до его исчезновения на территории Беларуси.

В особом положении находится волк лесной. Территория обитания одной семьи в зависимости от кормности, защитности и освоенности человеком варьирует от 28 до 420 км². Средняя годовая потребность в кормовых ресурсах одного волка составляет около 1,4 т. Преследуя жертву способны развивать скорость до 50-65 км/час.

В настоящее время численность волка составляет немногим более 1,5 тыс. особей. Снижение численности волка до 2005 г. производилось с опережением прогноза, хотя добыча составляла лишь 61-62 % от прогнозируемого показателя. Согласно «Стратегическому плану развития лесного хозяйства Беларуси», прогнозируемая численность волка к весне 2015 г. должна была снизиться до 750 особей – это оптимум для Беларуси.

Проблема снижения численности волка существовала всегда, поскольку зверь очень пластичен и обладает высокими репродуктивными способностями. Как показывает предыдущий 30-летний опыт борьбы с волком, фактически осуществить сокращение его численности до минимальных значений не удастся. При сохранении тенденции сокращения численности этого хищника до оптимального значения потребуется около 50 лет.

С другой стороны, волк подпадает под действие конвенций о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (далее – СИТЕС), и об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе (далее – Бернская конвенция). Беларусь присоединилась к Бернской конвенции с оговоркой, а именно, не применять в отношении волка статью 6, которая запрещает все формы добычи этого вида животного. Директивой Европейской комиссии от 18 августа 2008 г. № 811/2008 приостановлен ввоз в страны ЕС некоторых видов дикой фауны и флоры, в том числе ввоз трофеев волка из Республики Беларусь в страны Евросоюза.

Два вида млекопитающих относятся к инвазивным: американская норка и енотовидная собака. Численность этих чужеродных видов в фаунистических комплексах страны увеличивается, благодаря чему страдают аборигенные виды. Так, американская норка практически вытеснила из привычных мест обитания европейскую, а енотовидная собака разоряет гнезда птиц, обитающих на болотах.

Современные проблемы орнитофауны Беларуси. Фауна птиц является наиболее разнообразной, так как составляет более 65 % фауны позвоночных Беларуси. Она широко представлена во всех фаунистических комплексах и включает 329 видов птиц. Большинство видов птиц (238) относится к гнездящим на территории страны, остальные к транзитным, которые определенное время проводят в Беларуси во время сезонных миграций. Количество видов птиц является довольно динамичным показателем. Во второй половине XX столетия появились 25 новых видов гнездящихся птиц, еще 33 вида расширили ареалы распространения. Экспансия новых видов наблюдается преимущественно в северном направлении, благодаря чему увеличивается распространение степных и лесостепных видов.

С начала XXI столетия в составе орнитофауны страны зафиксированы ещё 23 новых вида птиц. Многие виды-вселенцы получили широкое распространение на территории Беларуси: лебедь-шипун, белая цапля, большой баклан, серебристая чайка, европейский вьюрок, желтоголовая трясогузка и др.

Более 20 % орнитофауны (70 видов) занесены в Красную книгу. Наиболее важное значение для сохранения видового разнообразия птиц играет сохранение в естественном состоянии болот и пойменных лугов, площади которых неуклонно сокращаются. Именно в пределах пойменных лугов и низинных болот находятся основные ареалы распространения некоторых видов, находящихся под угрозой глобального исчезновения.

В пределах Беларуси (в Полесской провинции) сосредоточено 40 % мировой популяции *вертлявой комышевки*, 15 % - *большого подорлика*, 6 % - *дупеля* и по 5 % *большого кроншнепа* и *большого веретенника*. Заращение пойменных лугов и болот кустарником и крупнотравьем приводит к изменению привычных условий обитания и сокращению численности птиц. С 1990 года по настоящее время орнитологи отмечают сокращения численности вертлявой комышевки на 40 %, большого веретенника – на 30 %, дупеля на 20-50 %, сизоворонки – на 80 %.

Еще один «краснокнижник», *филин* ведет оседлый вид, чувствительный к фактору беспокойства. Увеличение рекреационной нагрузки на поймы рек и болотные экосистемы приводят к сокращению его численности. Немаловажным фактором может являться проведение охоты на копытных и на водоплавающую дичь вблизи гнездовых территорий.

Черный аист – долгоживущий вид, размножается с 3 лет. Численность птиц поддерживается за счет взрослых особей, однако может упасть в регионе. Средняя плотность гнездования - одна из наиболее высоких в Европе (20-25 пар на 100 км²). Количество птенцов на гнездо - 2-3, однако имеет отрицательный тренд из-за хищничества орлана-белохвоста и ястреба-тетеревятника, а также падения кормовой базы (бурых лягушек), вызванной изменением климата.

Сравнительно недавно дупель и коростель были обычными охотничьими видами в списке болотной дичи Беларуси. За последние 30 лет в связи с ухудшением качества угодий (мелиорация, механизация сельского хозяйства) численность этих видов сократилась более чем в 2 раза.

Постановлением Минприроды от 9 июня 2004 г. эти виды официально утверждены в списке особо охраняемых животных и занесены в Красную книгу страны. В настоящее время из-за сокращения численности дупеля и коростеля в Европе они включены в список Европейского Охранного Статуса (SPEC).

Численность серой цапли к началу 1990-х гг. – 4500-5500 гнездящихся пар, а территория гнездования располагалась в 93 административных районах. Большая белая цапля в тот период являлась единичным залетным видом.

Современный статус большой белой цапли на территории Беларуси: численность на гнездовании выросла и оценивается в пределах 1000-2000 пар; в послегнездовой период может превышать 10000 особей. Во многих регионах белая цапля вытесняет серую из привычных мест обитания.

Хищные птицы в Беларуси встречаются довольно редко, но состояние популяций в целом стабильное. Например, *беркут* встречается только на севере страны, с очень низкой плотностью, поэтому проведение наблюдений за этим видом не эффективно. Гнездящаяся пара беркута на пункте наблюдений в Россонском районе с 2014 г. не обнаружена, однако в 2020 г. подтверждено гнездование вида в Беларуси. На пункте наблюдений «Вяча» в 2020 г. обнаружено 6 территориальных пар *канюка обыкновенного*, что на 1 пару ниже среднего уровня. Состояние вида стабильно, угроз для популяции вида не выявлено.

Наблюдения за видами, охраняемыми по международным обязательствам. К данным видам относятся мигрирующие птицы (гусь-гуменник, белолобый гусь, серый гусь, турухтан, бекас, шилохвость, свиязь, чирок-трескунок и другие), а также отдельные распространенные виды (белый аист, лебедь и др.).

Существуют определенные проблемы для мигрирующих птиц. С 2014 г. наблюдается сокращение периода миграции. С 2006 по 2013 гг. миграция гусей начиналась с середины марта и заканчивалась в первой декаде апреля (иногда во второй). Начиная с 2014 г. мигрирующие стаи гусей покидают пункт наблюдения уже к концу марта. Объясняется это малоснежными зимами и незначительным половодьем.

По долевному составу наблюдается типичная картина для весенней миграции, соответствующая 2014-2020 гг. В учетах доминирует белолобый гусь (80 % от общей численности учтенных гусей), гуменник составляет 19 %, серый гусь - 1% (в основном местные, гнездящиеся в пойме Припяти).

Также для весенней миграции гусей в последние годы через пойму Припяти, характерно отсутствие значительных (более 1 тысячи особей) скоплений на отдых и кормежку.

Весенняя миграция *шилохвосты, свиязи и чирка-трескунка* через пойму р. Припять осуществляется в те же сроки - вторая половина марта - начало апреля. Доля свиязи – 98 %, миграции чирка-трескунка и шилохвосты малочисленные и существенно сократились в последние годы. Причины (отсутствие паводка, высокая рекреационная и охотничья нагрузка). Восстановление численностей шилохвосты и чирка-трескунка возможно в случае снижения охотничьей нагрузки на пойму Припяти.

Миграция *турухтана* проходит со второй декады марта по первую декаду мая. Часто проходит двумя волнами. Доля птиц в первой половине миграции составляет более 85 % от общего числа турухтанов, отмеченных за весь период миграции.

Осенняя миграция *бекаса* фиксируется с конца июня до начала ноября. Бекас совершает миграцию короткими перелетами с частыми остановками. В пункте наблюдения Туровский Луг в последние годы фиксируется более 300 бекасов, хотя в 2013 г. их численность превышала 1800 особей. Особенности осенней миграции водно-болотных птиц в пойме р. Припять в 2015-2020 гг.: низкие показатели численности и видового состава мигрантов из-за низкого уровня воды в реке.

Основные факторы, воздействующие на водно-болотных виды птиц в период миграции (белолобый гусь, гуменник, турухтан, бекас) и гнездования (чирок-трескунок, веретенник, дупель) в пойме р. Припять:

1. Охота, беспокойство человеком стай на местах ночевки и кормежки.
2. Закустаривание ивой открытых участков поймы.
3. Отсутствие или низкий уровень весеннего половодья.
4. Уничтожение кладок и выводков хищниками (американская норка, енотовидная собака, лисица, серая ворона).
5. Высокая рекреационная нагрузка (любительское рыболовство, туризм).

Наблюдения за *белым аистом* проводились в 2019-20 г. на территории участка Туровщина ППН Средняя Припять. Учет гнезд белого аиста, определение характера их занятости и расположения на различных опорах, а также контроле успеха размножения. Продолжается снижение численности и успешности размножения белого аиста, наметившееся несколько лет назад. Особенно заметно сокращение численности гнездящихся пар (до 135 пар на участке 330 км²), которое наблюдается с 2015 г. Наблюдается тренд роста численности доли неуспешных пар.

Проблемы промысловых птиц. К охотничьим видам орнитофауны относятся тетерев, глухарь, серая куропатка, рябчик, кряква. Для большинства тетеревиных птиц в последние годы отмечается сокращение численности. По сравне-

нию с 2000 г. численность серой куропатки к 2020 г. сократилась почти вдвое, со 110 тыс. до 62 тыс. особей, тетерева с 52 тыс. до 46 тыс. особей, рябчика с 92 до 76 тыс. особей. Численность глухаря в последние годы стабильна и составляет 7-8 тыс. особей, однако проблемы существуют. Сокращение численности глухаря отмечено практически повсеместно в течение последнего столетия.

На территории Беларуси зарегистрировано обитание двух подвидов глухаря: западноевропейского и среднерусского. Западноевропейский глухарь населяет западную часть Беларуси до Воложина, Слонима и Лунинца, далее на восток распространен среднерусский подвид. В течение второй половины XX века произошло примерно 10-кратное сокращение численности западноевропейского подвида. В 2000 г. его численность согласно официальным статистическим данным оценивалась примерно в 1190 особей, что составляло 13,8 % от общей численности глухаря в Беларуси, а в 2015 г. снизилась до 610 особей (7,2 %).

Таким образом, за последние 15 лет сокращение численности составило 43,7 %. Проведение инвентаризации глухариных токов показало, что их количество за десятилетний период уменьшилось на 52 %.

Кряква является одним из наиболее массовых охотничьих видов птиц (около 270 тыс. особей). Также наблюдается существенное сокращение численности этого вида в последние годы более чем на 50 тыс. особей за последнее десятилетие.

Основные причины сокращения численности охотничьих видов птиц:

- деградация местообитаний,
- хищничество енотовидной собаки и лисицы,
- нерегулируемое охотничье изъятие,
- беспокойство на местах ночевки и кормежки в результате рекреации и охоты.

По прогнозу к 2035 году ожидается сокращение численности тетеревиных птиц на 20-40 % и кряквы – на 10-20 %.

Современные проблемы ихтиофауны. Проблема обеспечения рыбой и рыбопродуктами настолько важна, что в специальном докладе ООН она выделяется отдельной графой в числе 8 других показателей, определяющих уровень продовольственной безопасности стран. В развитых странах на долю рыбы в питании людей приходится от 18 до 83% белкового рациона. Лидирующее место в мире в области рыбоводства занимает Китай – более половины мирового объема производимой продукции пресноводной аквакультуры.

Для устойчивого обеспечения потребности населения Беларуси необходимо не менее 180 тыс. т рыбы и рыбной продукции в год. В настоящее время основная часть этого объема импортируется в виде продуктов глубокой заморозки. Доля собственной свежей и живой рыбы составляет 8,3 %.

Беларусь по насыщенности водоемами занимает одно из ведущих мест в мире. Однако значительная часть водного фонда не используется для получения рыбной продукции. Рыбоводческая отрасль Беларуси не обеспечивает население страны собственной рыбной продукцией в полном объеме.

Отличительной особенностью ихтиофауны страны является присутствие в ее составе представителей как морских, так и пресноводных фаунистических комплексов. Фауна рыб водных объектов бассейна Балтийского моря выделяется наличием лососеобразных, Черного – большого разнообразия карповых.

Ресурсное значение имеют около 30 видов рыб, что составляет более 45 %. Вместе с тем анализ данных промыслового вылова рыб их всех видов водных объектов за многолетний период (2005-2020 гг.) показал, что треть улова (75%) приходится только на 3 вида – плотву, леща и карася. В последние годы наметилась тенденция увеличения в уловах доли более ценных видов рыб (лещ, карп, карась серебряный, судак, щука).

Доля угря составляет 0,8 %, крупных хищников (щука, сом, судак, жерех) – 10,5 %, из которых на щуку приходится почти половина уловов.

Промысловое рыболовство – одно из направлений ведения рыбного хозяйства Беларуси. Речной промысел сосредоточен в основном в южных регионах, где осваиваются участки рек Днепр, Припять, Сож, Березина и их притоков. Промысловое значение р. Неман существенно ниже, р. Западная Двина для целей промыслового рыболовства практически не используется.

В настоящее время ведение рыболовного хозяйства возможно на 605 водоемах с общей площадью 150,1 тыс. га (5,6 % общего количества водоемов страны) и 6,1 тыс. км рек (6,7 % общей протяженности водотоков). Площадь прудового фонда специализированных рыбоводных хозяйств составляет 20,26 тыс. га, в т. ч. для выращивания товарной рыбы – 16,33 тыс. га.

Для характеристики качественного состава и состояния рыбных ресурсов промысловых уловов все вылавливаемые виды разбиты на 4 группы. Один и тот же вид может быть отнесен к разным группам. К категории «ценные» отнесены виды рыб, на которые установлена промысловая мера. Соответственно на категорию «малоценные» промысловая мера не установлена. К «вселенцам» отнесены виды рыб, ресурсы которых формируются исключительно за счет зарыбления рыболовных угодий (угорь, карп, толстолобик и белый амур). В группу «хищных видов» включены угорь, щука, судак, сом, жерех и налим, в рацион питания которых входит преимущественно рыба.

Прогнозируется, что видовой состав ихтиофауны, объемы и структура уловов к 2035 году существенно не изменятся.

Определенную тревогу вызывает увеличение ареалов распространения инвазивных видов с высокой степенью негативного воздействия на водные экосистемы, таких как толстолобик, белый амур, канальный сомик, ротан-головешка, амурский чебачок, карась серебряный и др. У этих видов потенциал воздействия на окружающую среду выше, чем у аборигенных.

Анализируя данные по зарыблению рыболовных угодий и промысловой добычи рыбы, можно утверждать, что положительный эффект достигнут только при зарыблении водоемов толстолобиком, что явилось следствием нескольких причин:

- как правило, вселялась рыба старшевозрастных групп,
- толстолобик в рыболовных угодьях минимально подвергается прессу рыболовов-любителей,

– как стайная пелагическая рыба, толстолобик успешно изымается промысловыми орудиями рыболовства.

Отмечено и подтверждение обитания в водоемах страны ценных видов, которые считались исчезнувшими: атлантического лосося, кумжи.

С 2004 по 2020 гг. наблюдается увеличение количества нерестовых бугров и зашедших на нерест производителей кумжи в бассейне реки Вилия. Колебания численности характерны для лососевых видов рыб и зависят от уровня воды в водотоке, температура воды во время инкубации икры, численность предыдущих генераций и др. Ликвидация бобровых поселений и их плотин на водотоках, проведение мероприятий по облегчению подъема производителей кумжи вверх по течению водотока позволили увеличить нерестово-выростной потенциал угодий.

Современные проблемы фауны амфибий и рептилий. В составе фауны Беларуси только 13 видов земноводных и 7 видов пресмыкающихся. Сильное влияние на состояние популяций этих животных оказывают засушливая погода весенне-летнего сезона, которая фиксируется в последние годы, зарастание лугов и болот древесно-кустарниковой растительностью, рубки старовозрастных лесов, усиление рекреационной нагрузки на болотные и луговые экосистемы.

Динамика численности популяций охраняемых видов рептилий (болотная черепаха, медянка) стабильная. *Болотная черепаха* – редкий вид герпетофауны, встречающийся лишь в южной и юго-западной части страны, населяет лишь 1,2 % водоемов. Крайне чувствителен к антропогенному воздействию. С середины 20-го века отмечена тенденция сокращения популяции, связанная с осушительной мелиорацией Полесья.

Численность популяций болотной черепахи на трансформированных участках ландшафтов сокращается, в сохранившихся естественных местообитаниях – относительно стабильна. Довольно многочисленная популяция болотной черепахи обнаружена на территории заказника «Ольманские болота».

Медянка обыкновенная – наиболее редкий вид герпетофауны Беларуси. Область распространения охватывает всю территорию страны, встречается спорадично, численность низка. В настоящее время отмечен лишь в 0,9 % наземных биоценозов. Численность популяции связана с обилием основного пищевого ресурса – ящериц. Численность региональной популяции низка, но стабильна. К сокращению популяции ведут сплошные рубки леса, урбанизация, автомобильное движение на дорогах.

Наблюдается долгосрочное снижение численности популяций охраняемых видов земноводных (гребенчатый тритон, камышовая жаба). *Гребенчатый тритон* – наиболее редкий и угрожаемый вид батрахофауны Беларуси. Встречается спорадично лишь в 2,9 % наземных биоценозов. Численность в последние 30 лет постепенно снижается. Депрессия региональной популяции связана с воздействием антропогенных факторов. Заметное влияние на состояние популяции оказывает искусственное вселение рыбы, уничтожающей икру, личинок и взрослых особей. Среди естественных факторов выделяются заиление и эвтрофикация водоемов, ведущие к их исчезновению.

Камышовая жаба – редко встречающийся, малочисленный в Беларуси вид земноводных. Ареал - западная и юго-западная часть страны, где населяет 2,5 % наземных биоценозов.

Основная угроза популяции - антропогенные факторы, ведущие к деградации и разрушению мест размножения – мелких водоемов в открытых ландшафтах. Численность региональной популяции низка, но в целом стабильна.

Современные проблемы беспозвоночных животных. Изменения климата и хозяйственная деятельность человека оказывает свое влияние и на беспозвоночных животных, многие из которых расширяют или сокращают ареалы своего распространения, наблюдаются инвазии теплолюбивых видов, сокращение ареалов видов, связанных с безлесными болотными экосистемами, зарастающими древесно-кустарниковой растительностью.

Существенное влияние на беспозвоночных оказывают пожары, приводящие к коренному изменению биоценозов и биоценотически значимых групп беспозвоночных.

В последнее издание Красной книги включены 98 видов беспозвоночных животных, 87 из которых относятся к насекомым. Основные угрозы для них связаны с изменением климата и его влиянием на местообитания насекомых.

От загрязнения водоемов зависят популяции занесенных в Красную книгу 6 видов ракообразных и медицинской пиявки.

Численности популяций 5 охраняемых видов ракообразных, обитающих в глубоководных озерах, в последние годы стабильны (родственная понтопороя, реликтовая мизида, длиннорхвостый лимнокалянус, бокоплав Палласа, озерная эвритемора). Средняя плотность видов имеет незначительные межгодовые колебания. Для 2 видов (медицинская пиявка, широкопалый рак) в последние годы (2016-2020) отмечены негативные тенденции численности.

Широкопалый (благородный) рак является одним из крупнейших представителей бентосных ракообразных пресных вод. В настоящее время он повсеместно сокращает свою численность, причем скорость сокращения вида очень высокая, например, за 3 генерации (≈ 22 года) в Швеции, Норвегии и Финляндии его численность снизилась на 78, 61 и 20 % соответственно.

В Международной Красной книге широкопалый рак определяется как угрожаемый вид и имеет оценочный критерий A2ad (численность половозрелых особей вида очень быстро снижается). В Беларуси рак внесен во все издания Красной книги Республики Беларусь и имеет III (VU) категорию охраны. Он является индикатором незагрязненных поверхностных вод и хорошей гидрхимической структуры рек и озер.

Водоемы и водотоки Беларуси являются местами исконного существования широкопалого рака и некогда он встречался на всей территории страны, однако сейчас совершенно не обнаруживается в водотоках и водоемах в бассейне Припяти. Чаще всего он встречается в водоемах северной части (правые притоки) водосбора Западной Двина и занимает обширную территорию от Россонского до Городокского районов, отмечается также в озерах Браславского и Миорского районов.

Широкопалый рак встречается в верховьях рек, малых реках или в сооруженных на них русловых водохранилищах, а также в протоках между озер. Популяции раков, находящиеся в верховьях рек, достаточно хорошо защищены от рачьей чумы, поскольку вероятность переноса этого заболевания больными раками и спорами снижается в связи с тем, что скорость их перемещения значительно ниже скорости течения рек.

Инвазия на территорию страны американского полосатого рака, являющегося носителем рачьей чумы, может полностью уничтожать популяции ценных аборигенных видов раков: промыслового узкопалого и включенного в Красную книгу Республики Беларусь широкопалого рака.

Проблема распространения инвазивных видов животных. В последние десятилетия в связи с хозяйственной деятельностью на территорию Беларуси проник ряд видов, которые являются чужеродным элементом в фауне страны. Процесс инвазии значительно ускорился в связи с глобальным потеплением климата и интенсификацией товарных и иных отношений с различными странами, а также радикальным увеличением транспортных потоков. В настоящее время инвазии чужеродных видов признаны глобальной экологической проблемой.

Важность изучения и прогнозирования последствий инвазионных процессов для Беларуси связана с тем, что по ее территории проходит один из основных водных коридоров проникновения чужеродных видов из Черноморско-Каспийского бассейна в Центральную и Западную Европу и Балтийское море. Этот коридор охватывает бассейны рек Днепра, Припяти и Вислы. Его возникновение связано со строительством ряда плотин и водохранилищ на р.Днепре, а также Днепроовско-Бугского канала.

В настоящее время водохранилища Черноморско-Каспийского бассейна синхронно изменяются по типу эстуарных экосистем и становятся мощными источниками инвазий. В связи с этим, в южной части Беларуси обнаруживается наибольшее число водных чужеродных видов животных.

Основными причинами проникновения чужеродных видов на территорию Беларуси являются антропогенная трансформация территорий и глобальное изменение климата.

Факторы способствующие инвазии:

- строительство плотин, водохранилищ и каналов,
- развитие наземного транспорта и судоходства,
- широкая нерегулируемая интродукция животных и растений,
- формирование антропогенных экосистем, приводящих к трансформации естественных фаунистических комплексов,
- несанкционированное распространение видов животных и растений.

В результате изменения морфологических, физико-химических и биологических параметров состояния водных объектов имеет место ухудшение среды обитания аборигенных видов рыб, упрощение структуры водных биоценозов, значительные изменения популяций рыб, сокращение их видового разнообразия. В рыболовных угодьях отмечается рост чужеродных инвазивных видов

рыб. В течение последних 5 лет в водоемах и водотоках обнаружены: ротан-головешка, черноморская пухлощекая рыба-игла, пескарь белоперый, щиповка золотистая, бычок-цуцик, колюшка южная малая.

Инвазионные процессы влекут за собой экономические и экологические угрозы. Так, инвазия и последующее резкое увеличение численности дрейссены полиморфной в водоеме охладителе Лукомской ГРЭС привела к серьезным техническим проблемам в работе водозаборных сооружений станции. В настоящее время этот вид встречается более чем в 80 % озер Беларуси. Прогнозируется инвазия еще одного вида моллюсков (дрейссены бугской), последствия которой для водоемов-охладителей могут быть более значительными.

Кроме того, дрейссены по типу питания являются мощными фильтраторами и способны накапливать токсичные вещества и бактерии ботулизма типа E. Это может вызывать повышенную гибель рыб, питающихся дрейссеной.

По имеющимся данным, в настоящее время (на 01.01.2021 г.) общее число чужеродных видов животных в природных экосистемах Беларуси превышает 100, в том числе 22 вида водных беспозвоночных, 47 – наземных беспозвоночных, 25 чужеродных видов рыб (35,2 % общего числа), 1 вид рептилий и 6 видов млекопитающих. При этом по многим оценкам количество инвазивных видов считается заниженным.

Численность американской норки и енотовидной собаки в последние годы увеличивается. Отмечается появление золотистого шакала, который может занять нишу волка.

Ориентировочные расчеты показывают, что в настоящее время ежегодный экономический ущерб в Республике Беларусь от чужеродных видов животных может составить: дрейссена полиморфная – 1,5-2,0 млн долларов, американский полосатый рак – 300-400 тыс. долларов.

В ихтиофауне наблюдается быстрое распространение по речным бассейнам чужеродного вида – ротана, который поедает икру других видов рыб. Имеет место проникновение ряда черноморских видов бычков и беспозвоночных животных в бассейн реки Днепра, которые составляют значительную конкуренцию аборигенным видам.

Прогноз изменения животного мира. Таким образом по современному состоянию животного мира Беларуси можно сделать следующие выводы:

1. Продолжаться негативные тенденции для большинства популяций охраняемых видов животных, обитающих в луговых и болотных экосистемах. Причины: засушливые весенне-летние периоды и низкий уровень воды в период размножения; зарастание открытых участков пойм рек и болот древесно-кустарниковой растительностью.

Прогноз: снижение численности и сокращение мест обитаний видов из Красной книги и попадающих под международные договора РБ: беспозвоночные (степная пятнистая голубянка, черноватая голубянка, золотистоямчатая жужелица, ребристый слизнед), земноводные (гребенчатый тритон, камышовая жаба), птицы (дупель, большой веретенник).

2. Состояние и численность популяций охотничьих животных зависят от организации охотничьего хозяйства, в том числе от проводимых биотехнических мероприятий, направленных на поддержание и увеличение популяции объектов охоты.

На данный момент отчетлива видна тенденция к увеличению численности основных видов охотничьих животных (за исключением кабана). Такая тенденция ожидается и в последующем.

3. Видовой состав диких животных, относящихся к объектам рыболовства, изменился незначительно. Численность основных промысловых видов рыб стабильна и не изменяется под действием естественных природных факторов, такая ситуация прогнозируется и в последующем. Отмечены случаи повышения уловов отдельных видов рыб в связи с зарыблениями.

4. Наблюдение за инвазивными чужеродными дикими животными и средой их обитания существует недавно, в связи с чем тенденции численности видов еще не выражены.

У двух наблюдаемых видов амфипод дикерогаммаруса вилозуса (*Dikerogammarus villosus*), и понтогаммаруса толстого (*Pontogammarus crassus*) значительно выросла встречаемость на пунктах наблюдений, но расширение ареалов инвазивных видов амфипод не произошло. Тем не менее, следует ожидать проникновение видов в новые места обитания.

1

3

Экологическая политика в Республике Беларусь. Государственная политика в области охраны окружающей среды и рационального природопользования, рациональное природопользование и внедрение «зеленых технологий».

Разработан ряд важных документов:

Стратегия в области охраны окружающей среды на период до 2025 г., Водная стратегия на период до 2025 г., Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016-2020 гг., Национальный план действий по развитию «зеленой экономики» в РБ до 2020 г. и др.

Принят ряд законодательных актов Республики Беларусь: Водный кодекс, Кодекс о недрах, Закон об охране окружающей среды, Закон об охране атмосферного воздуха, Закон об обращении с отходами, Закон о гидрометеорологической деятельности, Закон о растительном мире, Закон об охране озонового слоя, Указы Президента от 24.06.2008 № 348 «О таксах для определения размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде», № 349 «О критериях отнесения хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду, к экологически опасной деятельности».

Республика Беларусь – участница более 20 международных конвенций в области охраны окружающей среды. Более 40 международных договоров по

охране окружающей среды приняты за последние 10 лет. Направление «Охрана окружающей среды» в перечне приоритетов сотрудничества ЕС и РФ на 2014-2020 гг. Только в 2019 г. получена международная помощь в размере 28,8 млн. долларов и 5,4 млн евро на природоохранные объекты.

Проблема сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. Основной целью объявления особо охраняемых природных территорий является сохранение биологического и ландшафтного разнообразия. Биологическое разнообразие – все разнообразие живых существ, существующих в биосфере. Различается разнообразие внутривидовое, межвидовое, а также разнообразие экосистем. Ландшафтное разнообразие – многообразие природных территориальных комплексов, которые сформировались в результате длительного воздействия природных и антропогенных факторов.

В Красный список Всемирного союза охраны природы включено более 19 800 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных и дикорастущих растений в мире. Почти 20% видов позвоночных животных находится под угрозой исчезновения, в т. ч. 13% видов птиц и 41% амфибий. Каждый год 52 вида позвоночных животных, внесенных в Красный список, перемещается на одну категорию ближе к вымирающим видам.

Под угрозой исчезновения находится почти 25% видов растений, а для отдельных групп видов этот показатель превышает 60%. Дальнейшее сокращение биологического разнообразия может привести к дестабилизации биоты, утрате целостности биосферы и ее способности поддерживать важнейшие качества среды, необходимые для жизни. Поэтому сохранение биологического разнообразия Земли – одна из самых важнейших проблем XXI века.

В настоящее время в мире насчитывается более 30 тысяч охраняемых природных территорий (ОПТ) общей площадью более 13,2 млн км².

Вопросами разработки методических материалов, критериев выделения и управления, кадастром ОПТ занимаются:

- Всемирная комиссия по охраняемым территориям (WCPA) Международного Союза охраны природы (МСОП),
- Всемирный центр мониторинга охраны природы (WCMC).

Выделены следующие категории ОПТ: 1). строгий природный резерват, 2). участок дикой природы, 3). национальный парк, 4). памятник природы, 5). участок активного управления для сохранения местообитаний/видов, 6). охраняемый ландшафт/участок моря, 7). участок устойчивого природопользования.

Доля национальных парков в сравнении со всей площадью ОПТ составляет более 75 % во Франции, Ирландии, Польше, 50-75 % в Канаде, Италии, Норвегии, Швеции, Финляндии, 25-50 % в Греции, Испании, США, Швейцарии.

Система национальных парков занимает господствующее положение (в % от общей площади страны) в: Колумбии – 97 %, Аргентине – 94 %, Перу – 91 %, Парагвае – 90 %, Коста-Рике и Бразилии – по 80 %. Наибольшими относительными размерами ОПТ в мире отличается Новая Зеландия – около 16% страны.

В настоящее время в мире насчитывается более 2600 ООПТ площадью свыше 4 млн км², что составляет 3 % площади суши. Из этого числа 2300 составляют национальные парки.

Критерии МСОП для создания национальных парков:

- хорошая сохранность природных комплексов (малонарушенная природа занимает большую часть территории, присутствуют один или несколько достаточно крупных участков нетронутой природы);

- значительное ландшафтное разнообразие (наличие сильно расчлененного рельефа с выраженными высотными растительными поясами, многочисленных озер, а также приморские районы с архипелагами и островами, участки глубоко врезанных русел крупных рек);

- высокий уровень биологического разнообразия (сочетание участков-эталонов, репрезентативных для соответствующего ландшафтного региона, с уникальными объектами растительного и животного мира);

- уникальность генетических ресурсов (присутствуют редкие и исчезающие виды растений и животных, в том числе занесенные в международную Красную книгу и национальные Красные книги, а также виды, охраняемые по международным конвенциям, соглашениям и т. п.);

- живописность, высокие эстетические достоинства (наличие значительного количества природных феноменов с уникальными природными характеристиками, высокое пейзажное разнообразие и эстетические качества местности в целом, органичные вкрапления ценных участков культурного ландшафта);

- комфортность природно-климатических условий (благоприятный климат и отсутствие серьезных факторов, лимитирующих рекреационную деятельность);

- историко-культурная ценность (наличие ценных объектов культурного наследия, памятников истории, культуры, археологии, садово-паркового и инженерного искусства).

В соответствии с Национальной стратегией развития и управления системой природоохранных территорий при выборе территории, которую планируется объявить особо охраняемой, используются международные и национальные критерии.

К международным критериям относятся:

Критерии Международного союза охраны природы:

- наличие мест обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных и дикорастущих растений, включенных в Красную книгу МСОП;

- наличие мест обитания видов диких животных, находящихся под угрозой глобального исчезновения;

- сохранение состояния экологических систем;

- поддержание генетического разнообразия.

Критерии ключевых ботанических территорий – наличие:

- крупной популяции одного или нескольких видов дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Международного союза охраны природы;

- значительного видового разнообразия и индикаторных видов дикорастущих растений.

Критерии ключевых орнитологических территорий – если на природной территории:

- регулярно гнездятся, зимуют или останавливаются в период миграции более 1 процента от численности популяции вида в стране водно-болотных и других видов мигрирующих птиц;

- ежегодно в период весенне-осенних миграций концентрируется более 500 белых аистов или серых журавлей.

Критерии Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц:

- существование более 20000 особей болотных птиц;

- существование более 1 % особей европейской или мировой популяции одного или более видов водно-болотных птиц;

- регулярно существование значительного количества водно-болотных птиц, показательных в отношении ценности, продуктивности или разнообразия водно-болотного комплекса.

К национальным критериям относятся:

для заповедников, национальных парков и заказников:

- наличие уникальных и редких для республики ландшафтов (рельеф с выраженными высотными растительными поясами, многочисленными озерами, участками глубоко врезанных русел крупных рек, пойменные дубравы и другие);

- если природная территория, занятая особо ценными растительными сообществами, составляет не менее 15 % площади, планируемой к объявлению ООПТ;

- наличие не менее 5 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения дикорастущих растений на планируемой к объявлению ООПТ;

- наличие не менее 3 видов находящихся под угрозой исчезновения животных на планируемой к объявлению ООПТ;

- если природная территория, планируемая к объявлению ООПТ, является местом концентрации диких животных в период размножения, зимовки и миграции;

- высокий уровень биологического разнообразия (разнообразие видов позвоночных и беспозвоночных животных, растений, наличие эндемичных видов и видов, обитающих на границе ареала, разнообразие экологических групп);

- если природная территория является элементом Национальной экологической сети, наличие территориальной связи с другими природоохранными территориями;

- возможность создания трансграничных ООПТ;

- высокая рекреационная пригодность (природная территория пригодна для различных видов рекреации, включая туризм, имеет высокие эстетические достоинства);

- большое значение для научных исследований природной территории, планируемой к объявлению ООПТ.

для памятников природы:

- наличие уникальных или особо ценных участков растительных сообществ;
- наличие уникальных или особо ценных деревьев, групп деревьев;
- наличие особо ценных и уникальных геологических обнажений, валунов, скоплений валунов, родников (криниц), иных ценных водных объектов;
- если территория природных комплексов и объектов, объявляемых памятниками природы, по площади менее 100 га.

На территории Беларуси выделяются следующие категории ООПТ:

Национальный парк – территория, которая имеет экологическую, историческую и эстетическую ценность, выделяется особым сочетанием живописных натуральных и культурных ландшафтов. Создаются для сохранения ценных природных территорий и использования их в рекреационных, научных и культурных целях.

Заповедник – ООПТ, предназначенная для сохранения в естественном состоянии природных комплексов и объектов, изучения генетического фонда животного и растительного мира, типичных и уникальных экологических систем и ландшафтов.

Заказник – ООПТ, предназначенная для сохранения и возобновления природных ресурсов одного или нескольких видов в сочетании с ограниченным и согласованным использованием других природных объектов.

Памятник природы – ООПТ, объявленная в целях сохранения уникальных, эталонных и иных ценных природных объектов в интересах настоящего и будущих поколений.

Для поддержания ландшафтного разнообразия необходимо сохранять наиболее ценные ландшафты. Среди всего многообразия ландшафтов Беларуси особую ценность представляют те, которые редко встречаются в Европе:

- болотные (8,8 % территории страны);
- пойменные (4,2 %);
- лессовые (2,3 %);
- камово-моренно-озерные комплексы (1,3 %).

Ценность ландшафта определяется также наличием редких форм рельефа (озовые гряды, камы, дюны, овраги, каньонообразные долины рек и др.).

Проблемы сети ООПТ Беларуси. Формирование сети ООПТ началось еще в довоенное время. Были образованы Березинский заповедник – 1925 г. Беловежская пуца – 1939 г. В 1983 г. составлена первая Схема рационального размещения ООПТ на период до 1990 г. В 1995 г. составлена Схема рационального размещения ООПТ на период до 2005 г.

В начале 2000-х гг. учреждаются ГПУ (государственные природоохранные учреждения для управления заказниками); вводится НиТЭО (научное и технико-экономическое обоснование). В 2006 г. разрабатываются Схема рационального размещения ООПТ на период до 2015 г., Национальная стратегия развития и управления ООПТ до 2015 г. В 2014 г. разработана очередная Национальная стратегия развития и управления системой ООПТ до 2030 г. и Схема рациио-

нального размещения ООПТ до 2025 г. (Постановление Совмина РБ №649, от 2 июля 2014 г., вступает в силу с 1 января 2015 г.).

Новая стратегия развития ООПТ направлена на сохранение биологического разнообразия, включая генетический фонд, качество пресной воды и атмосферного воздуха. Она призвана помочь адаптироваться к глобальному изменению климата и предотвратить неблагоприятные климатические явления (паводки, наводнения, пожары), способствовать поглощению болотными и лесными экосистемами углекислого газа и в целом направлена на то, чтобы сберечь природное и культурное наследие Беларуси. Отдельным пунктом в документе прописано, что система ООПТ является необходимым условием устойчивого развития и экологической безопасности Беларуси.

В Национальной стратегии развития системы ООПТ обозначены проблемы, характерные для природных территорий в настоящее время. Например, для их решения предлагается ограничение весенней охоты на водно-болотных угодьях, имеющих международный Рамсарский статус, к которым относятся «Споровский», «Средняя Припять», «Званец», «Ольманские болота», «Освейский», «Ельня», «Котра», «Простырь», «Выгонощаское», «Морочно», «Острова Дулебы», «Заозерье», «Козьянский», «Выдрица» и национальный парк «Припятский».

Обращается внимание на недостаточное развитие на ООПТ экологического туризма, несмотря на то, что они обладают всем необходимым для этого рекреационным и туристическим потенциалом, который в ряде заказников используется менее чем на треть. В то же время на отдельных территориях (ландшафтные заказники «Свитязянский» и «Озеры») допустимые рекреационные нагрузки, рассчитанные для 30 отечественных ООПТ, превышены в 1,5–3 раза.

Планы управления ООПТ принимаются на законодательном уровне. В 2017 г. утверждены планы управления Березинский заповедник, 4 НП и 23 заказника республиканского значения.

Для охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных и дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, предусмотрена передача мест их обитания и произрастания под охрану пользователям земельных участков и (или) водных объектов. На текущий момент под охрану передано около 1600 мест обитания животных и около 940 мест произрастания растений.

На 01.01.2023 г. общая площадь ООПТ 1893,7 тыс. га, что составляет 9,1 % от площади страны. Всего выделяется 1335 объектов: в т.ч.

- 1 заповедник площадью 86,1 тыс.га,
- 4 национальных парка – 388,9 тыс.га,
- 99 заказников республиканского значения – 982,7 тыс.га,
- 275 заказников местного значения – 423,2 тыс.га,
- 322 памятника природы республиканского значения – 3,4 тыс.га,
- 634 памятника природы местного значения – 9,4 тыс.га.

Численность ООПТ и занимаемая ими площадь являются динамичным показателем, о чем свидетельствуют данные таблицы 37.

На протяжении всей истории развития ООПТ в стране отмечается увеличение их количества и занимаемой площади. В результате проведения инвентаризации ООПТ и составления паспортов объектов, проводимых Минприроды в отдельные годы количество объектов снижалось, однако общая площадь природоохранных территорий постоянно растет.

Таблица 37 - Динамика и прогноз развития ООПТ в Беларуси

Категория ООПТ	2001	2010	2020	2025	2035
ООПТ, всего	Нет дан.	1285	1307	1270	1285
ООПТ, площадь, км ²	15930	15951	18791	18983	19099
ООПТ, доля в стране, %	7,7	7,7	9,0	9,1	9,2
Заповедники, всего	1	1	1	1	1
Заповедники, км ²	809	809	861	861	861
Национальные парки	4	4	4	4	4
Национальные парки, км ²	3328	4000	3895	3895	3895
Заказники, всего	Нет дан.	433	381	385	390
Заказники, км ²	11793	10998	13903	14092	14203
Памятники природы, всего	Нет дан.	847	921	880	890
Памятники природы, км ²	Нет дан.	144	133	135	140

Прогнозируется дальнейшее увеличение площади существующих ООПТ, при сохранении, либо незначительном росте их количества, за счет ООПТ местного значения, в основном водно-болотных экосистем и уникальных природных объектов.

В соответствии с прогнозом к 2023 году ООПТ займут 9,2 % от общей площади страны, что является практически оптимальным показателем для природных условий умеренного географического пояса.

Последнее значительное изменение ООПТ произошло в 2015 г., когда было создано 9 новых заказников республиканского значения: Белая Русь, Борисовский, Гайна-Бродня, Дрожбитка-Свина, Пойма реки Сож, Свислочно-Березинский, Старый Жаден, Янка, Жада.

Структура ООПТ по объектам охраны:

- лесные экосистемы – 58 %,
- болотные экосистемы – 20 %,
- луговые экосистемы – 17 %,
- долины рек и озера – 5 %.

Роль ООПТ в сохранении биоразнообразия. В пределах ООПТ обитает около 80 % редких и исчезающих растений, около 90 % редких и исчезающих животных. Для поддержания биоразнообразия передано пользователям 136 редких биотопов, 1453 места обитания диких животных, 1758 мест произрастания дикорастущих растений из Красной книги.

Международный статус ООПТ Беларуси. Особую роль в сохранении биоразнообразия играют ООПТ, значение которых признано на международном уровне:

Биосферные резерваты ЮНЕСКО : Березинский заповедник, НП Беловежская пуца, «Прибужское Полесье», часть «Западного Полесья», «Освейский-Красный Бор» часть «Заповедного Поозерья».

Часть НП «Беловежская пуца» – в Списке объектов Всемирного наследия. Березинский заповедник, Беловежская пуца – награждены Европейскими дипломами для ООПТ.

25 ООПТ – водно-болотные угодья международного значения (Рамсарские территории). В настоящее время к Рамсарской конвенции присоединились 168 стран, в том числе и Беларусь. Из 2186 водно-болотных угодий международного значения на территории Беларуси расположено 25. В настоящее время Беларусь занимает 2 место в Европе по количеству заявок о признании водно-болотных угодий Рамсарскими.

Бернская конвенция – международный договор, направленный на охрану дикой флоры и фауны и ареалов ее обитания с акцентом на исчезающих и уязвимых видах (включая мигрирующие виды) ратифицирована Республикой Беларусь в 2013 г.

38 ООПТ – территории важные для птиц.

11 – статус ключевых ботанических территорий.

Республика Беларусь активно участвует в программе по формированию «Изумрудной сети», которая реализуется в рамках данной Конвенции. «Изумрудная сеть» – это экологическая сеть, формируемая в рамках Конвенции об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе на территории стран, не входящих в Европейский Союз. Большая часть ООПТ вошла в «Изумрудную сеть Европы».

На текущий момент Постоянным Комитетом Конвенции об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе одобрена номинация еще 16 белорусских ООПТ, предлагаемых для включения в «Изумрудную сеть».

В 2014 г. в рамках проекта ЕС/ПРООН «Содействие развитию всеобъемлющей структуры международного сотрудничества в области охраны окружающей среды в Республике Беларусь», построена экологическая тропа «Озеравки» в заказнике «Ельня» Миорского района Витебской области.

2 белорусских водно-болотных угодья носят статус международно-значимых трансграничных. Это «Простырь–При-пять–Стоход», на границе с Украиной, и «Котра–Чапкеляй» – с Литвой. Во всем мире таких территорий всего 16.

В ходе международного сотрудничества Беларуси и Латвии с целью сохранения природных богатств, создана трансграничная ООПТ «Аугшдаугава–Браславские озера» и подготовлен совместный план управления. Трансграничная ООПТ занимает 125,5 тыс.га. В нее вошли НП «Браславские озера» и прилегающих к нему земли (73 тыс.га), а также ландшафтная территория «Аугшдаугава». Совместная работа по сохранению биологического разнообразия на данной территории важна для обеих стран. Как со стороны Латвии, так и Беларуси в пределах рассматриваемого ООПТ преобладают природные экосистемы – леса, водные объекты, болота и луга. Водотоки и водоемы на территории пар-

ка «Браславские озера» занимают практически в 6 раз больше площади, чем водная экосистема «Аугшдаугавы».

На территории «Аугшдаугавы» обнаружен достаточно значительный перечень видов флоры: более 900 видов сосудистых растений, в том числе 71 особо охраняемый вид и 33 вида, требующих образования микрозаказников. В Беларуси видовой перечень составляет 1243 вида, среди которых 35 видов «краснокнижных» растений и грибов. Доказано гнездование 36 видов пернатых, которые внесены в список I приложения Директивы ЕС по охране диких птиц. Обитают 49 видов млекопитающих, 14 из них охраняемых видов, 78 видов моллюсков, из них 15 охраняемых видов, 4 охраняемых вида рыб.

На территории национального парка «Браславские озера» обитают 217 видов птиц, что составляет 67,2% от орнитофауны Беларуси. Здесь обитают 88 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения животных, занесенных в национальную Красную книгу, в том числе 18 видов насекомых, 1 вид паукообразных, 5 видов ракообразных, 2 вида рыб, 1 вид земноводных, 56 видов птиц и 7 видов млекопитающих.

Проблемы создания единой экологической сети Республики Беларусь. В 1995 г. 55 стран приняли Конвенцию формирования экологической сети, которая должна была интегрироваться в Пан-Европейскую экологическую сеть. В 1997 г. принята Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Беларуси.

В 2002 г. – начало разработки индикационной карты Общеввропейской экологической сети. Разработаны Схемы 2002 г., 2005 г., 2017 г. Разработан проект «Схемы рационального размещения ООПТ Республики Беларусь на 2006-2015 гг. с учетом формирования экологической сети».

Схема 2017 г. М 1:600 000, для регионов 1:300 000 утверждена Указом Президента от 13.03.2018 № 108. Определена локализация и составлено описание ядер и коридоров. Составлен перечень наиболее важных ООПТ, формирующих элементы экосети европейского и национального значения. Разработан проект плана действий по реализации экологической сети.

Национальная экологическая сеть представляет собой систему природно-территориальных комплексов со специальными режимами природопользования, обеспечивающую естественные процессы движения живых организмов, энергии, вещества, играющую важную роль в поддержании экологического равновесия и обеспечении устойчивого развития территорий (региона, страны, континента) сохранении биологического и ландшафтного разнообразия.

Схема национальной экологической сети утверждена для обеспечения поддержания миграционных процессов движения и непрерывности среды обитания живых организмов.

Экосеть включает 93 объекта общей площадью 3,37 млн. га, или 16,2 % территории Беларуси.

В составе экосети выделены ядра экологической сети европейского, национального и регионального значения, коридоры и охранные зоны. Ядрами экологической сети являются заповедник, национальные парки и заказники,

коридорами – лесные массивы, участки болот, речные долины и другие земли природного каркаса, относящиеся к природным территориям, подлежащим специальной охране. Отдельно выделены перспективные территории и объекты, на базе которых планируется создать ООПТ.

Принципиальные критерии выбора территорий для формирования ядер экологической сети:

- ландшафтные: естественность, редкость, репрезентативность;
- биоэкологические: созологические (территория должна иметь международный, национальный или местный статус охраны), популяционные (территория должна включать ареалы с высокой концентрацией редких видов, а также видов, характеризующихся высокими требованиями к минимальному жизненному пространству), репрезентативности (территория должна репрезентативно представлять растительность и животный мир соответствующего региона);
- территориальные: достаточности площади, территориальной целостности.

1

3 Категории отходов. Одной из наиболее сложных геоэкологических проблем в Беларуси является проблема обращения отходов, которая заключается в **Упроблемы и их решение выявляющие средства в связи с образованием отходов и переработки.** Система обращения с отходами включает их образование, использование, накопление (удаление) и утилизацию.

Отходы – вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства.

Использование отходов – применение отходов для производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг.

Удаление отходов – деятельность по временному хранению отходов и перевозке их на подготовку, хранение, захоронение, обезвреживание и (или) использование.

Отходы производства – отходы, образующиеся в процессе осуществления юридическими лицами и ИП экономической деятельности (производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг), побочные и сопутствующие продукты добычи и обогащения полезных ископаемых.

Отходы потребления – отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека, не связанной с осуществлением экономической деятельности, отходы, образующиеся в потребительских кооперативах и садоводческих товариществах, а также смет, образующийся на территориях общего пользования.

Коммунальные отходы – отходы потребления, а также отходы производства, включенные в утверждаемый Министерством жилищно-коммунального хозяйства перечень отходов, относящихся к коммунальным отходам.

Согласно перечню коммунальных отходов, в их состав входят отходы потребления, а также отходы производства, образующиеся на объектах аварийно-

спасательных служб, бытового обслуживания, дорожного сервиса, культурной инфраструктуры, Нацбанка, банков и кредитно-финансовых организаций, общественного питания, общественных объединений, организаций здравоохранения, оказывающих социальные услуги, физической культуры и спорта, почтовой связи, политических партий, правоохранительных органов, религиозных организаций, санаторно-курортных и оздоровительных организаций, страховых организаций, транспортной инфраструктуры, учреждений образования; в зданиях административно-бытовых юридических лиц, архивов, редакций средств массовой информации, республиканских органов государственного управления, органов местного управления и самоуправления, судов; в воинских частях; в местах погребения; в офисных помещениях; в общественных туалетах; на территориях и в помещениях торговых объектов, рынков, ярмарок, в том числе отходы (смет) от уборки; на объектах по использованию коммунальных отходов в целях получения тепловой и (или) электрической энергии.

Кроме того, к коммунальным отходам относятся отходы (смет) от уборки территории промышленных организаций;

- уличный и дворовый смет, образующийся на придомовой территории и рекреационных зонах;

- растительные отходы от уборки территории садов, парков, скверов, мест погребения и иных озелененных территорий, расположенных на землях общего пользования;

- растительные отходы от чистки водоемов, расположенных на землях общего пользования и территориях рекреационных зон.

Опасные отходы – отходы, содержащие в своем составе вещества, обладающие каким-либо опасным свойством или их совокупностью в таких количестве и виде, что эти отходы сами по себе либо при вступлении в контакт с другими веществами могут представлять непосредственную или потенциальную опасность причинения вреда окружающей среде, здоровью граждан, имуществу вследствие их вредного воздействия.

Опасные отходы классифицируются по классам опасности: 1 класс опасности – чрезвычайно опасные; 2 класс опасности – высокоопасные; 3 класс опасности – умеренно опасные; 4 класс опасности – малоопасные.

Проблема образования отходов. В конце XX столетия ежегодно на территории Беларуси образовывалось около 30 млн тонн твердых производственных (93 %) и коммунальных (7 %) отходов. В последние годы этот показатель существенно вырос и в 2011-2015 гг. превысил 50 млн тонн, а в 2018 - 2021 гг. превысил 60 млн. т (62,250 – 2021 г.).

В настоящее время ежегодно образуется около 3,7-3,8 млн тонн твердых коммунальных отходов, а в 2020 г – более 4 млн. т структуре которых преобладают пищевые отходы и макулатура. Объемы образования коммунальных отходов имеют отчетливую тенденцию к росту.

Анализ динамики образования отходов производства в начале нынешнего столетия показывает устойчивую тенденцию к их увеличению. За 20 лет объем образования отходов производства вырос в 2,6 раза – с 23,3 млн. т в 2000 году

до 62,3 млн. т в 2021 году и продолжает расти далее. Основной объем отходов производства образуется на ОАО «Беларуськалий» в виде галитовых отходов и шламов галитовых глинисто-солевых.

Ежегодно в Беларуси образуется свыше 1400 наименований отходов с широким спектром морфологических и химических свойств. Если рассматривать образование отходов без учета крупнотонажных отходов калийного производства и фосфогипса, то увеличение образования отходов выросло в 4,5 раза с 4,6 млн.т в 2000 году до 20,5 млн. т. в 2020 году.

Темпы роста образования отходов производства по годам имеют существенные различия. Отмечается некоторое сокращения темпов роста образования отходов в последние годы. Долевое участие крупнотонажных отходов в общем объеме отходов производства за последние 20 лет сократилось с 80 % в 2000-2003 гг. до 64 % в 2016-2020 гг.

Динамика среднегодового объема образования отходов производства по пятилетним периодам показана на рисунке 18.

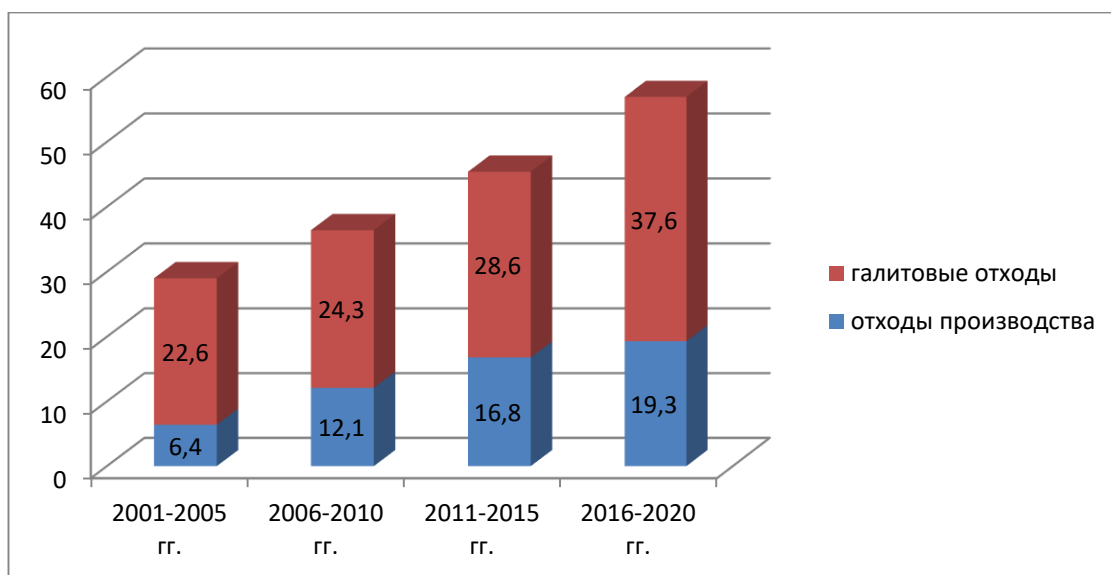


Рисунок 18 – Динамика образования отходов производства с 2000 по 2020 гг.

Для галитовых отходов и фосфогипса характерно ускорение темпа их образования. Увеличение объемов за 5-летний период по сравнению с предыдущим составляло 8, 18 и 32 %. Рост объемов образования прочих отходов производства более высокий, однако имеет тенденцию к сокращению. Увеличение объемов их образования за 5-летний период по сравнению с предыдущим составляло 89, 39 и 15 %.

Образование отходов производства неравномерно распределяется по регионам Беларуси (Рисунок 19).

На долю Минской обл. приходится 72 % отходов производства, что объясняется наличием ОАО «Беларуськалий». Большие объемы отходов производства образуется в Гомельской и Могилевской областях (по 7 %) благодаря вкладу предприятий горнодобывающей промышленности и химической.

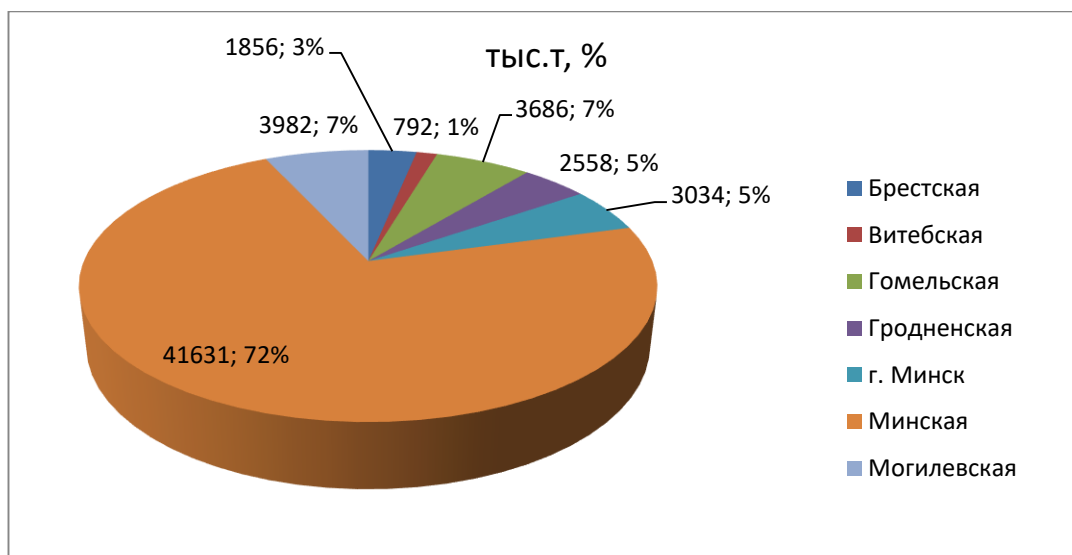


Рисунок 19 – Среднегодовой объём образования отходов за 2016-2020 гг. по областям

В разрезе административных районов безусловное лидерство у Солигорского - около 30 млн. т.

Более 1 млн. т - Любанский (9,9), Костюковичский (2,7), Минский (2,1), Брест, Гомель, Жлобинский

0,5-1 млн т. – Могилёв, Бобруйский, Гродно, Сморгонский

0,3-0,5 млн т. – Несвижский, Петриковский, Волковысский, Слонимский, Борисовский, Могилевский

0,1-0,3 млн т. – Барановичский, Березовский, Ивацевичский, Витебск, Оршанский, Полоцкий, Чашникский, Гомельский, Мозырский, Речицкий, Светлогорский, Гродненский, Лидский, Дзержинский, Молодечненский, Пуховичский, Слуцкий, Смолевичский, Осиповичский.

Если не учитывать галитовые отходы и фосфогипс, то доля регионов несколько поменяется:

- 20 % отходов образуется в Могилевской области;
- 18 % – в Гомельской;
- 22 % – в Минской;
- 15 % – в г. Минске;
- 12 % – в Гродненской;
- 9 % – в Брестской;
- 4 % – в Витебской области.

В структуре отходов производства (без учета крупнотонажных) преобладают отходы минерального происхождения, велика доля отходов растительного и животного происхождения (Рисунок 20).

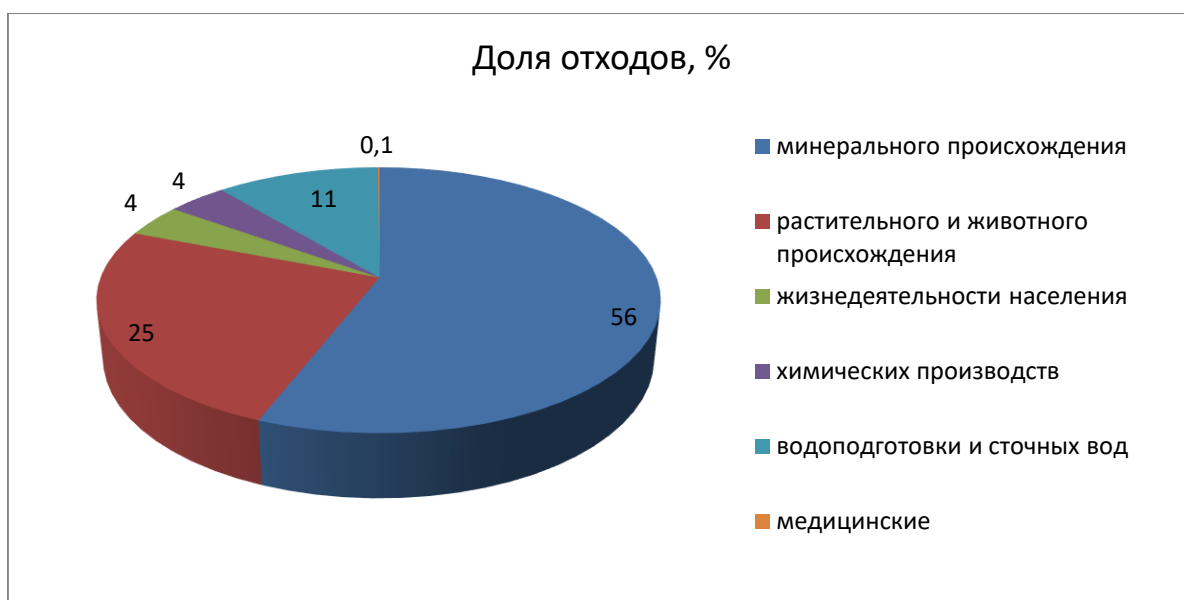


Рисунок 20 – Структура отходов производства без учета крупнотоннажных в 2020 г.

Структура образования отходов производства (без галитовых и фосфогипса) по сравнению с началом столетия претерпела следующие изменения:

- увеличение доли отходов минерального происхождения с 30-35 % до 50-56 %;
- снижения доли отходов растительного и животного происхождения с 30-35 % до 25 %;
- снижение доли отходов жизнедеятельности населения и подобных им отходов промышленности почти в 6 раз;
- увеличение доли отходов водоподготовки котельно-теплового хозяйства, очистки сточных и дождевых вод почти в 3 раза;
- доля отходов химических производств и медицинских практически не изменились.

Образующиеся в стране отходы производства следующим образом распределяются по основным видам экономической деятельности:

- 74% – горнодобывающая промышленность;
- 11% – обрабатывающая промышленность;
- 15% – производство и распределение электроэнергии, газа и воды, строительство и сельское хозяйство.

Опасные отходы. В 2020 г. объем образования отходов составил 61183 тыс. т. Из них:

- неопасных – 9279 тыс. т, 15,2 %,
- 1-4 класса опасности – 51 904 тыс. т, 84,8 %,
 - в т.ч., 1 класс чрезвычайно опасные – 28,9 тыс. т 0 %,
 - 2 класс высокоопасные – 17,4 тыс.т 0 %,
 - 3 класс умеренно опасные– 2240,3 тыс.т 3,7 %,
 - 4 класс малоопасные – 49617,5 тыс.т 81,1 %.

Количество опасных отходов производства за последнее 10-летие увеличилось в 1,5 раза и сохраняет устойчивую тенденцию к дальнейшему увеличению. Большая доля отходов 4 класса опасности объясняется включением в данную группу галитовых отходов и глинисто-солевых шламов.

Более высокими темпами увеличивается количество отходов производства 1-3 классов опасности, объем которых за последние 15 лет увеличился в 12 раз и достиг 2,29 млн т в 2020 г. (менее 4 % отходов производства). Для сравнения, в Казахстане уровень образования отходов 1-3 класса опасности составляет порядка 31 %.

Отходы 1–3 классов опасности преимущественно образуются на предприятиях химического и машиностроительного профиля и на транспорте. В их числе – отходы гальванических производств (осадки, шламы); отработанные аккумуляторы; отработанные масла и нефтесодержащие шламы; загрязненные грунты; отходы резинотехнических изделий; минеральные шламы (асбоцементный, серный, шлифовки стекла, карбидный, цинкосодержащий, промывки нерудных материалов и др.); металлические шламы (металлошлифовальный, железосодержащий, шлам стали в смазочно-охлаждающей жидкости), отходы лакокрасочных материалов; отработанные щелочи, растворы и органические растворители и иное.

Рост объемов образования отходов производства 1-3 класса опасности сохраняется, однако его темпы замедляются. За пятилетие 2011-2015 гг. объем отходов вырос на 140 %, по сравнению с предыдущей пятилеткой, а за пятилетие 2016-2020 гг. по сравнению с 2011-2015 гг. всего на 50 %.

Отходы 1 и 2 классов опасности хранятся на предприятиях в оборудованных помещениях, на складах и спецплощадках, реже на объектах хранения отходов за пределами предприятий.

Среди отходов 3 класса опасности, на предприятиях хранятся: лигнин гидролизный (около 25 % общего объема накопления отходов 3 класса опасности); зола, шлаки и пыль от термической обработки отходов и от топочных установок; шламы минеральных масел, остатки, содержащие нефтепродукты; остатки серы; осадки химводоподготовки; отбросы с решеток; осадки сооружений биологической очистки хозяйственно-фекальных сточных вод; шламы и осадки гальванических производств; шлам цинкосодержащий; шлам серный, известь недопал и другие.

Объем образования коммунальных отходов уступает отходам производства и в 2020 г. составил 4,1 млн. т, что составляет немногим более 6 % суммарных отходов. Увеличение объемов коммунальных отходов незначительное и составляет 10 % в 2020 г. по сравнению с 2010 г.

Прогноз образования отходов на 2025 и 2035 гг. на территории Беларуси неутешительный. Объем отходов производства увеличится с 62 млн. т в 2020 г. до 70 млн. т в 2025 г. и 88 млн. т - в 2035 г., а по некоторым сценариям и более. В основном рост связан с увеличением объемов галитовых отходов, в связи с введением в строй горно-обогатительных комбинатов на Нежинском, Любанском и Смолковском участках Старобинского месторождения и Петриковского ГОК. Предполагается, что объемы образования галитовых отходов и глинисто-

солевых шламов вырастут с 40 млн т в 2020 г. до 42 млн т. – в 2025 году и до 51 млн т в 2035 году, а по некоторым сценариям и до 60 млн т.

Объемы отходов производства без учета крупнотоннажных будут расти более высокими темпами и увеличатся к 2035 году в 1,7 раза, в то время, как галитовые отходы – в 1,5 раза. Объем отходов производства (без учета крупнотоннажных) вырастет с 22 млн т. в 2020 г. до 27,6 млн т – в 2025 году и 37 млн т. – в 2035 году.

Таким образом, прогнозируется увеличение отходов производства на 25 % за каждое пятилетие. Наиболее быстрые темпы увеличения отходов производства прогнозируются в Могилевской (188 %) и Гомельской (171 %) областях и г. Минске (180 %), минимальные – в Гродненской (123 %).

По видам отходов к 2035 году прогнозируется наибольший рост отходов водоподготовки котельно-теплового хозяйства и питьевой воды, очистки сточных вод (238 %), далее идут отходы химических производств (168 %), медицинские отходы (155 %), отходы минерального происхождения (151 %). Следует отметить, что прогнозируется сокращение объемов образования отходов жизнедеятельности населения и подобных им отходов производства (91 %).

Использование отходов производства и коммунальных отходов. Отходы производства и потребления частично перерабатываются и используются. В 2020 г. использовано 21625 тыс. т отходов, что составило 35,3 % от их образования. Низкий процент использования отходов объясняется наличием крупнотоннажных галитовых отходов, глинисто-солевых шламов и фосфогипса.

Без их учета уровень использования отходов существенно выше и имеет тенденцию к увеличению. В 2006-2010 гг. он составлял 74,4 %, в 2011-2015 гг. – 83,6 %, в 2016-2020 гг. – 87,8 %, а в 2020 г. он достиг 97 %.

В последние годы 50-60 % отходов использовано на предприятиях, где отходы образуются, а 40-50 % – переданы другим предприятиям, реализованы или экспортированы.

Наиболее полно (97%) используются отходы растительного и животного происхождения за счет их переработки, отходы обработки и переработки древесины, отходы бумаги и картона.

Отходы производства пищевых и вкусовых продуктов используются в сельском хозяйстве. Отходы обработки и переработки древесины передаются гидролизному заводу, сельскохозяйственным предприятиям, сжигаются для получения энергии и иное.

В общем объеме использования отходов минерального происхождения доля вскрышных пород 30-35 % . Вскрышные породы применяются для засыпки карьеров и восстановления нарушенных земель.

Высокий уровень использования - отходы гальки кремниевой (100 %), отходы формовочных смесей (100 %), окалина (97,3 %), известковые отходы (98,74 %), отходы стержневых смесей (99,4 %), бетонные обломки, отходы бетона, железобетона (93,57 %). Строительные отходы перерабатываются на предприятиях, используются на рекультивацию карьеров, благоустройство промплощадок, подсыпку дорог.

Высокий уровень использования отходов из блока химических производств характерен для резиносодержащих отходов, включая изношенные шины, (в 2018 г. на предприятиях Беларуси образовалось 63,38 тыс. т. этих отходов, из них использовано 100 % годового выхода); отходов пластмасс (93,19 %); отходов химических волокон и нитей, текстильных отходов и шламов (94,45 %) и иных. Другие виды образующихся отходов используются в меньшей степени.

Отходы минерального происхождения с низким уровнем использования: золы и шлаки сжигания отходов и топочных установок, отходы фасонно-литейных цехов, отходы шлифовальных и полировальных материалов, минеральные остатки от газоочистки, отходы изделий теплоизоляционных асбесто-содержащих, песок, загрязненный органическими и неорганическими веществами, бой шифера и иное.

Неиспользованные отходы вывозятся на объекты захоронения или накапливаются на территории предприятий. Среди вывозимых на захоронение преобладают отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения.

В последние годы растет не только объем образования отходов 1-3 класса опасности, но и уровень их использования. Он увеличился с 0,23 млн т. в год в 2005 году до 1,76 млн т. в 2020 г., а в 2018 г. и вовсе превышал 2 млн т.

Наиболее высокие темпы роста уровня использования отходов 1-3 класса опасности фиксировались в 2000-2010-е годы. В 2011-2015 г. они увеличились на 116 % по сравнению с предыдущим пятилетием, а в 2016-2020 г. только на 40 % по сравнению с 2011-2015 г.

Накопление, захоронение и обезвреживание отходов. *Накопление отходов.* Неиспользованные отходы производства накапливаются на территории предприятий или вывозятся на объекты хранения и захоронения. Объемы удаления отходов производства характеризуются увеличением на протяжении последних лет (таблица 38).

Таблица 38 – Динамика удаления отходов производства тыс.т

Регион							
Беларусь							
Брестская							
Витебская							
Гомельская							
Гродненская							
г. Минск							
Минская							
Могилевская							

В местах складирования они накапливаются и этот процесс приводит к проблеме их захоронения. В 2020 г. объем накопленных отходов на объектах хранения (в ведомственных местах хранения на территории предприятий составил) свыше 1285,7 млн т. Наибольшая доля накопленных отходов производ-

ства приходится на галитовые отходы и глинисто-солевые шламы (95,4 %). Отходы фосфогипса составляют 1,8 %, лигнина гидролизного – 0,13 %, остальное – прочие отходы производства (около 2,7 %).

Количество отходов 1-3 классов опасности, находящихся на хранении на предприятиях Беларуси в 2020 г. составило 9123,46 тыс. т, в т.ч. 0,12 % - это отходы 1 класса опасности, 0,14 % - отходы 2 класса опасности. Отходы хранятся в специально оборудованных помещениях. Объемы отходов 1-3 класса опасности имеют тенденцию к увеличению. Так, в 2011-2015 гг. они выросли по сравнению с предыдущим пятилетием на 47,2 %, а в 2016-2020 гг. – ещё на 9,8 %.

Обезвреживание отходов. Решение проблем утилизации отходов является не только экологической, но и технологической задачей. Свойства большинства отходов не позволяют осуществить их возврат в сферу производства или безопасное захоронение. Требуется применение разных методов обезвреживания отходов.

В настоящее время применяются различные способы утилизации отходов производства и твердых коммунальных отходов. Эта проблема носит глобальный характер, потому что она фиксируется во всех странах мира.

Наиболее часто применяются складирование, компостирование, сжигание и прочие способы утилизации твердых коммунальных и подобных им производственных отходов, при этом страны сильно различаются по применяемым способам утилизации отходов (Рисунок 21).

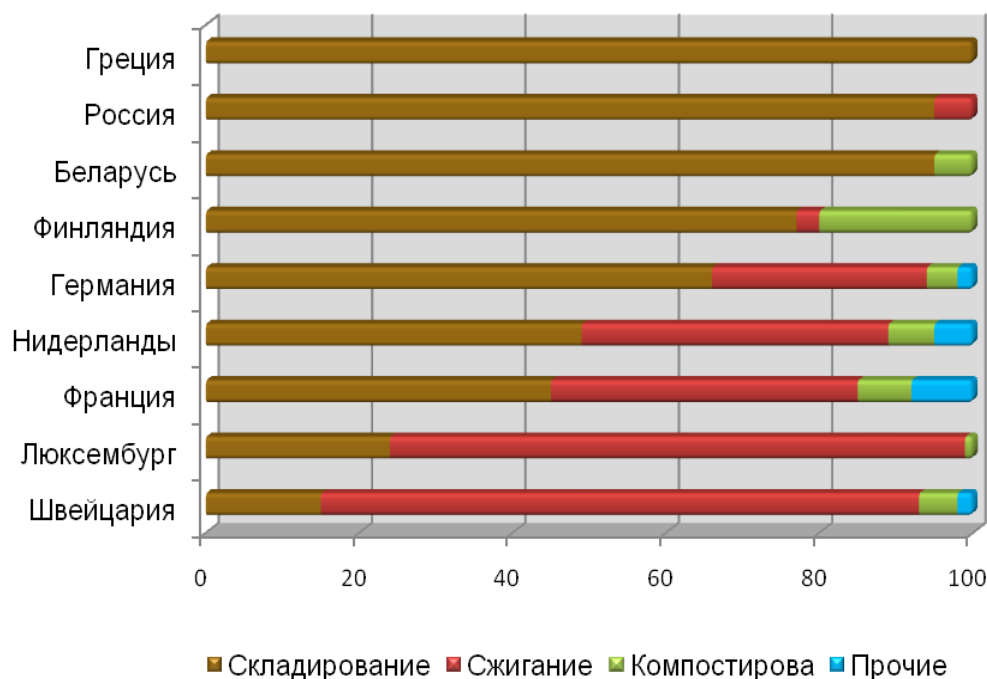


Рисунок 21 – Доля объемов утилизации ТКО различными способами в некоторых странах Европы, в %

В 2020 г. в Беларуси обезврежено около 150 тыс. т отходов производства. Наиболее применяемый метод - термическое обезвреживание (этим методом

обезврежено 85 % общего объема обезвреженных отходов или, в 2015 г. этот показатель составлял около 65 %.

Обезвреживаются термическим методом, главным образом, отходы химических производств и производств, связанных с ними (120,02 тыс. т. или 83,07 % от общего объема отходов, обезвреживаемых термическим методом отходов) и небольшое количество медицинских отходов (около 2,1 %).

Значительно сократилось обезвреживание химическим способом. В 2015 г. химическим способом обезврежено около 30 % от общего объема обезвреживаемых в стране отходов, тогда как в 2020 г. этот показатель составил только около 4 %.

Одним из наиболее перспективных направлений термического обезвреживания отходов является применение плазменных методов. Плазмо-термическая переработка отходов характеризуется полным разрушением материала отходов и уничтожения вредных веществ. Любые органические и неорганические вещества могут быть утилизированы в плазме при высокой температуре, которая достигается применением электродуговых генераторов плазмы. Плавление зольного остатка позволяет получить химически инертные остеклованные вещества.

По мнению экспертов термическое обезвреживание отходов (сжигание) имеет ряд недостатков:

- при работе сжигательного устройства образуются опасные выбросы в форме диоксинов. Стокгольмская Конвенция включает сжигание отходов в список основных источников поступления диоксинов в окружающую среду. Это вносит вклад в общее негативное восприятие населением сжигания и препятствует строительству новых сжигательных устройств;

- сжигание медицинских отходов ответственно примерно за 10% от общего количества ртути, которое попадает в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности человека;

- при сжигании образуется зола, которая по весу составляет около 25% от первоначального объёма отходов. Поскольку в этой золе очень высокое содержание токсичных соединений и тяжёлых металлов, её нельзя захоронить на объектах размещения коммунальных отходов. Следовательно, в результате сжигания одних отходов, образуются другие, у которых концентрация загрязнителей намного выше;

- сжигание является относительно дорогой технологией для утилизации отходов. Капитальные затраты на сжигательное устройство высоки, а дополнение в виде газоочистного оборудования приводит к ещё большему возрастанию капитальных затрат. Вследствие требования наличия обученного и опытного персонала возрастают также и эксплуатационные затраты.

Наиболее перспективным вариантом данной технологии, которая в последнее время активно разрабатывается в США, Германии и Японии (фирмы «Вестингауз», «Плазма ЭнерджиКорпорейшн» (США), «NUKEN» и «Siemens» (Германия), Prometron (Япония), Лаборатория INEL (США) и др.), является использование электродуговых плазменных печей.

Опыт в области разработки аналогичных плазменных аппаратов для переработки различных промышленных, бытовых, радиоактивных и медицинских

отходов имеется также в Институте тепло- и массообмена Национальной академии наук Беларуси (ИТМО НАН Беларуси).

Захоронение отходов. Из общего объема отходов производства в 2020 г. количество захороненных - около 877,14 тыс. т. Более половины из них отходы жизнедеятельности населения и подобные им отходы производства.

Примерно по 20 % приходится на отходы минерального, а также растительного и животного происхождения. Около 10 % объема - отходы химических производств, медицинские отходы и отходы водоподготовки, очистки сточных, дождевых вод и канализации.

В настоящее время захоранивается более 800 наименований отходов 3 класса опасности с различными химическими свойствами.

В 2020 г. на объектах захоронения размещено 3051,7 тыс. т твердых коммунальных отходов, что составляет около 75 % от их образования. Твердые коммунальные отходы накапливаются на 158 полигонах ТКО и 293 мини-полигонах, которые неравномерно распространены на территории Беларуси, так как более 30 % объектов сосредоточены в Брестской области. На данные полигоны вывозятся и до 30 % промышленных отходов. Обеспечено получение лицензий организациями, осуществляющими захоронение отходов.

В каждом районе имеется один, реже 2–3 таких полигона. Планово-регулярным вывозом коммунальных отходов охвачены также все сельские населенные пункты, для обслуживания которых созданы мини-полигоны, количество которых сокращается ежегодно. На полигоны ТКО вывозятся разные виды коммунальных отходов, морфологический состав которых представлен на рисунке 22.

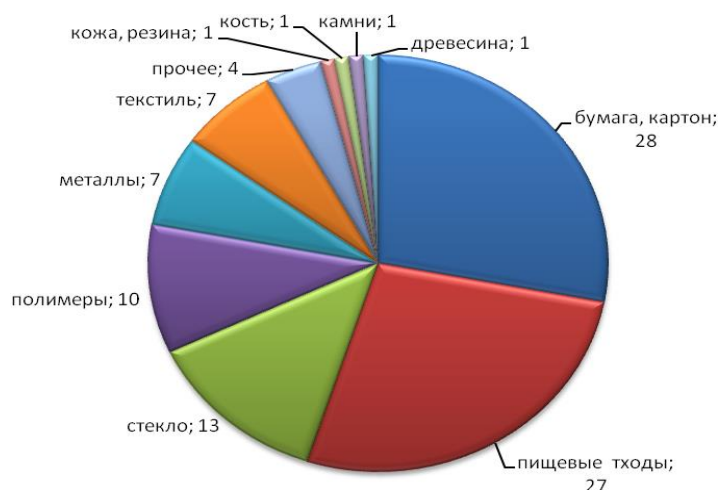


Рисунок 22 – Усредненный морфологический состав отходов на полигонах ТКО Минского района, в %.

Основные виды ТКО, которые хранятся на полигонах имеют разные сроки разложения от нескольких дней до нескольких 100 лет (Таблица 39).

Таблица 39–Сроки разложения отдельных компонентов из состава ТКО

Вид ТКО	Срок разложения
Пищевые отходы	от 10 дней до 1 месяца
Макулатура (газеты, картонная упаковка, бумага)	от 1 месяца до 2-х лет
Доски деревянные	до 10 лет
Железная банка	от 10 до 90 лет
Старая обувь	до 10 лет
Обломки кирпича, бетона	до 100 лет
Фольга	до 100 лет
Электрические батарейки	до 100 лет
Резиновые покрышки	более 100 лет
Пластиковые бутылки	более 100 лет
Алюминиевая банка	более 500 лет
Стекло	более 1 000 лет

К сожалению многие полигоны находятся в неудовлетворительном состоянии: не оборудованы противофильтрационными экранами, не полностью обвалованы, поэтому оказывается негативное влияние на окружающую среду.

В настоящее время система обращения с отходами направлена на принцип приоритетности использования отходов по отношению к их захоронению, либо обезвреживанию.

Во всех областных УЖКХ созданы площадки по сбору крупногабаритных отходов по видам, в том числе сложной бытовой техники, организована их передача в региональные центры ГО «Белресурсы».

Одной из самых важных проблем в области обращения с отходами является их использование в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР). Исходя из состава коммунальных отходов и процентного содержания в них ВМР, потребность во вторичном сырье перерабатывающих предприятий может быть удовлетворена полностью. В 2020 г заготовлено 1018,7 тыс.т ВМР, что почти в 2 раза превышает уровень 2014 г.

В Беларуси созданы условия для вовлечения ВМР в хозяйственный оборот. В настоящее время действуют следующие механизмы:

- система приемных (заготовительных) пунктов Белкоопсоюза, концерна «Белресурсы», Минжилкомхоза,
- отдельный сбор отходов от населения,
- сортировочные станции коммунальных отходов.

Традиционной формой извлечения ВМР из состава отходов является заготовительная система потребительской кооперации, которая занимает лидирующее положение по сбору макулатуры, тряпья и стекла. Это наиболее распространенные ВМР для населения с точки зрения закупочных цен.

В 2020 г заготовлено 1018,7 тыс.т ВМР, что почти в 2 раза превышает уровень 2014 г. В структуре вторсырья преобладают следующие виды:

- отходы бумаги и картона – 394, 6 тыс. т;
- отходы стекла – 188,9 тыс. т;
- полимерные отходы – 97,6 тыс. т;

- изношенные шины – 57,4 тыс. т;
- отработанные масла – 22,2 тыс. т;
- отходы электрооборудования – 29,1 тыс. т.

В 81 районах созданы пункты сортировки и досортировки вторичных материальных ресурсов. Планируется строительство объектов по сортировке и переработке ТКО в Минске, Витебске, Гродно, Борисове, Бобруйске и Орше.

С целью более эффективного извлечения вторичных материальных ресурсов из коммунальных отходов построены мусороперерабатывающие заводы в Гомеле, Могилеве, Новополоцке, Бресте и Барановичах.

Имеющиеся в Беларуси мусороперерабатывающие предприятия в силах справиться лишь менее чем с 15 % коммунальных отходов. Остальной мусор просто захоранивают на специальных полигонах ТКО.

Основной принцип управления отходами заключается в уменьшении объемов образования отходов и предотвращении их вредного воздействия на окружающую среду, здоровье граждан, имущество, находящееся в собственности государства, юридических и физических лиц, а также максимальном вовлечении отходов в оборот в качестве вторичного сырья.

Как последнее средство, отходы необходимо безопасно удалить, что чаще всего означает захоронение на полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО) или мини-полигонах.

Для управления отходами применяются следующие методы: нормативно-правовые, организационно-управленческие, экономические, технические, информационные.

Система обращения с отходами производства и потребления в порядке приоритетов предусматривает:

- предотвращение образования отходов за счет внедрения новых технологий и видов продукции;
- рециклинг и вторичное использование отходов;
- оптимизация удаления отходов;
- совершенствование способов удаления отходов (складирование, сжигание, компостирование, прочие).

Прогноз ситуации с ТКО до 2035 г:

- диапазон образования ТКО на душу населения будет в пределах 320 – 380 кг с учетом роста ВВП;
- ежегодные объемы образования ТКО в пределах от 3,5 до 4 млн. т;
- максимально возможное экономически обоснованное извлечение ВМР составит около 25 %, из которых 20 % уже собирается;
- максимальный процент энергетического использования составит 38,5 % при производстве из ТКО RDF-топлива, а при сжигании остаточных отходов – 60 – 65 %.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Задания практических работ, в том числе размещенные на образовательном портале БГУ LMS Moodle

Практическая работа № 1 по теме 1.3.: Динамика основных демографических показателей в Республике Беларусь. (4 часа)

Цель: проследить динамику основных демографических показателей Республики Беларусь, выявить ее причины и территориальные особенности.

Форма и методы проведения: индивидуальная письменная работа, выполняемая методом сравнительного анализа построенных графиков и диаграмм по данным таблиц 2-6 и статистических сборников Национального статистического комитета Республики Беларусь. Работа может выполняться в электронном формате с распечаткой результатов (графики, диаграммы) и письменным их анализом.

Исходные данные:

1. Таблицы 2-6 практикума.
2. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2012 г. (и последующие) – Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2012.
3. Статистический сборник Регионы Республики Беларусь (социально-экономические показатели), том 1, 2012 г. (и последующие) – Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2012.

Содержание. Демографическая ситуация в Республике Беларусь в начале XXI века характеризуется рядом неблагоприятных тенденций, которые рассматриваются как демографические угрозы безопасности страны. Среди них депопуляция, старение населения, сокращение продолжительности жизни, нерегулируемые миграционные процессы, деградация института семьи.

Современная демографическая ситуация в Беларуси свидетельствует о том, что наступил явный демографический кризис, проявившийся в снижении рождаемости и росте смертности населения и как результат – в сокращении общей численности населения. Впервые смертность превысила рождаемость в 1993 г. (на 11,1 тыс. чел.), но за счет значительного миграционного притока общий прирост составил 21,6 тыс. человек. Таким образом, численность населения Беларуси достигла максимального значения – 10 243,5 тыс. человек в 1994 г., а в последующие годы она постоянно сокращалась в среднем на 20-30 тыс. человек в год и в 2012 г. составила 9465,2 тыс. человек. Показатель естественного прироста населения в 2011 г. в республике имеет отрицательное значение и составляет – 2,8 на 1000 чел. населения, а в 1999 г. он и вовсе понижался до -4,9. Рождаемость в республике несколько повысилась по сравнению с последними годами XX столетия и составляет 11,5 чел. на 1000 чел. населения, однако показатель смертности вырос и с 1999 г. стабильно превышает 14 чел. на 1000 чел. населения.

Усиливается процесс старения населения. В соответствии с классификацией ООН население считается старым, если доля лиц в возрасте старше 65 лет

составляет 7 %. В Беларуси доля этой части населения превысила 13 %. Более 23 % населения – лица старше трудоспособного возраста.

Сохраняется неблагоприятная тенденция ожидаемой продолжительности жизни. Если ожидаемая продолжительность жизни при рождении в 1985-86 гг. составляла 71,4 года (66,7 – для мужчин, 75,5 – для женщин), то в 2010 г. этот показатель составил соответственно 71 год (65 – для мужчин, 76 – для женщин), что существенно ниже среднего показателя по Европе.

В последние годы происходит уменьшение количества регистрируемых браков и рост разводов. Отрицательное сальдо миграции постепенно сменилось положительным, начиная с 1996 г., что свидетельствует об улучшении социально-экономической ситуации в стране.

Все неблагоприятные демографические показатели имеют различную динамику на территории Беларуси и неравномерно дифференцируются по ее регионам. Снижение численности населения наблюдается по всем областям кроме Минска, начиная с середины 90-х годов. В Могилевской обл. – снижение наблюдается с 1989 г., в Гомельской обл. – с 1990 г., а в остальных областях – с 1995 г.

Порядок выполнения.

Для выполнения задания необходимо пользоваться статистическими данными из таблиц 2-6 практикума. Учитывая, что необходимо проследить динамику основных демографических показателей на современном этапе, информация таблиц за последние 5 лет должна постоянно обновляться. Перед выполнением задания необходимо выписать соответствующие данные из статистических сборников (или официального сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь) за последние годы.

Следует обратить внимание на правильность выбора типов диаграмм и графиков, которые будут характеризовать распределение различных показателей.

1. По данным таблицы 2 постройте графики изменения численности населения Республики Беларусь за 1959-2022 гг., в том числе городского и сельского и проанализируйте их.

2. Рассчитайте темпы прироста (убыли) численности населения (в т.ч. городского и сельского) по десятилетиям и в последние 5 лет.

3. Выполните анализ графиков изменения численности населения Беларуси и определите основные причины роста (убыли) населения.

4. По данным таблицы 2 постройте диаграммы распределения населения Республики Беларусь по возрастным и половым группам для годов переписи и последнего года (1959, 1970, 1979, 1989, 1999, 2009, 2019, 2022) и проанализируйте их.

5. По данным таблицы 2 постройте графики динамики показателей естественного движения населения Беларуси и проанализируйте их.

6. В соответствии с вариантом (таблица 1) по данным таблиц 3-6 для двух областей или города Минска постройте графики изменения численности населения за 1995-2021 гг., в том числе городского и сельского и проанализируйте их, сравнив показатели по областям со средними по республике.

Таблица 1 – Варианты заданий

№	Область, город	№	Область, город	№	Область, город	№	Область, город
1	Брестская, Витебская	6	Брестская, Минск	11	Витебская, Минск	16	Гродненская, Минская
2	Брестская, Гомельская	7	Витебская, Гомельская	12	Гомельская, Гродненская	17	Гродненская, Могилевская
3	Брестская, Гродненская	8	Витебская, Гродненская	13	Гомельская, Минская	18	Гродненская, Минск
4	Брестская, Минская	9	Витебская, Минская	14	Гомельская, Могилевская	19	Минская, Могилевская
5	Брестская, Могилевская	10	Витебская, Могилевская	15	Гомельская, Минск	20	Могилевская, Минск

7. Для двух областей в соответствии с вариантом постройте диаграммы распределения населения по возрастным и половым группам для 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 гг. и проанализируйте их.

8. Для двух областей по данным таблиц 3-6 постройте графики динамики показателей естественного движения населения и проанализируйте их.

9. Выполнив анализ диаграмм и графиков, определите, в каких областях основные удельные демографические показатели лучше среднереспубликанских, а какие хуже и объясните причины демографических проблем.

Методы контроля: проверка и оценка преподавателем.

Практическая работа № 2 по теме 3.2.: Территориальные особенности выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и их динамика. (4 часа)

Цель: проследить динамику выбросов основных загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников по территории Беларуси, выявить тенденцию изменения выбросов для различных областей и Беларуси в целом.

Форма и методы проведения: индивидуальная письменная работа, выполняемая методом сравнительного анализа построенных графиков и диаграмм по данным таблиц 11-17 практикума и экологических бюллетеней. Работа может выполняться в электронном формате с распечаткой результатов (графики, диаграммы) и письменным их анализом.

Исходные данные:

1. Таблицы 11-17 практикума.
2. Экологический бюллетень, 2011 г. (и последующие) – Институт природопользования НАН Беларуси, 2012.
3. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2012 г. (и последующие) – Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2012.
4. Статистический сборник Регионы Республики Беларусь (социально-экономические показатели), том 1, 2012 г. (и последующие) – Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2012.

5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 01.06.2023.

Содержание. Среднегодовые суммарные выбросы загрязняющих веществ на территории Беларуси за период с 1996 г. по 2011 г. составили около 1540 тыс. т, а в 2011 г. – 1315,2 тыс. т. До 2002 г. наблюдалась отчетливая тенденция уменьшения суммарных выбросов, которые в 1990 г. достигали 3402,8 тыс. т. Незначительное увеличение валового выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух в начале XXI века связано прежде всего с ростом потребления энергетическим сектором мазута и местных видов топлива.

Больше половины от суммарного объема выбросов приходится на оксид углерода – 57 %. Значительную долю составили углеводороды – 18 %, оксиды азота – 10,0 %, диоксид серы – 9 %. На долю твердых веществ приходится 5 % суммарных выбросов, а на долю прочих загрязнителей около 1 %. Основные причины улучшения ситуации по валовым объемам выбросов связаны с уменьшением объема производства в республике, сменой топлива на стационарных и передвижных источниках, с проведением природоохранных мероприятий.

Основная часть загрязняющих веществ в настоящее время производится передвижными источниками (прежде всего автотранспортом). Так, в 2011 г. их доля составила 71,8 % от суммарных выбросов. На долю стационарных источников приходится соответственно только 28,2 %. Еще в 80-х годов структура выбросов была совсем другой: преобладали выбросы промышленных предприятий и объектов энергетики, а доля автотранспорта не достигала 50 %.

Величина показателя выбросов, рассчитанная на единицу площади, за 1996-2010 гг. составила 7,4 т/км², изменяясь в пределах страны от 5,9 т/км² (Могилевская область) до 11,3 т/км² (Минская область). Как по видам загрязняющих веществ, так и по годам выбросы распределяются неравномерно по территории Беларуси.

Порядок выполнения.

Для выполнения задания необходимо пользоваться статистическими данными из таблиц 11-17 практикума. Учитывая, что необходимо проследить динамику основных показателей выбросов загрязняющих веществ на современном этапе, информация таблиц за последние 5 лет должна постоянно обновляться. Перед выполнением задания необходимо выписать соответствующие данные из статистических сборников или экологических бюллетеней за последние годы, или официального сайта Минприроды.

Необходимо обратить внимание на правильность выбора типов диаграмм и графиков, которые будут характеризовать распределение различных показателей.

1. По данным таблицы 11 постройте графики изменения выбросов основных загрязняющих веществ (оксида углерода, диоксида серы, оксидов азота, углеводородов, твердых веществ) от стационарных и передвижных источников, а также суммарные за 1996-2020 гг. для Республики Беларусь.

В таблице брать годы 1996, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2021, 2022

2. По данным таблиц 12-17 постройте графики изменения выбросов основных загрязняющих веществ (оксида углерода, диоксида серы, оксидов азота, углеводородов, твердых веществ) от стационарных и передвижных источников, а также суммарные за 1996-2020 гг. для двух областей в соответствии с вариантом (таблица 2).

В таблицах брать годы 1996, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2021, 2022.

Таблица 2 –Варианты заданий

№	Область	№	Область	№	Область	№	Область
1	Брестская, Витебская	6	Витебская, Гомельская	11	Гомельская, Минская	16	Минская Брестская
2	Брестская, Гомельская	7	Витебская, Гродненская	12	Гомельская, Могилевская	17	Минская Витебская
3	Брестская, Гродненская	8	Витебская, Минская	13	Гродненская, Минская	18	Могилевская Брестская
4	Брестская, Минская	9	Витебская, Могилевская	14	Гродненская, Могилевская	19	Могилевская Витебская
5	Брестская, Могилевская	10	Гомельская, Гродненская	15	Минская, Могилевская	20	Гродненская Брестская

Практическая работа № 3 по теме 3.3.: Динамика водопользования в Беларуси. (2 часа)

Цель работы: проследить изменения основных показателей водопользования: объемов водозабора, использования вод на различные нужды, объемов сточных вод и потерь воды при транспортировке по областям Беларуси и республике в целом за период с 1990 по 2019 гг.

Форма и методы проведения: индивидуальная письменная работа, выполняемая методом сравнительного анализа построенных графиков и диаграмм по данным таблиц из приложения 4 и экологических бюллетеней. Работа может выполняться в электронном формате с распечаткой результатов (графики, диаграммы) и письменным их анализом.

Исходные данные:

1. Таблицы 18 и 19 практикума.
2. Статистический сборник «Охрана окружающей среды Республики Беларусь», 2020 г. (и предыдущие) – Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2022.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 01.06.2023.

Содержание. В течение 80-х – начале 90-х годов наблюдался неуклонный рост объемов забора воды. Своего пика количество забранной воды (3055 млн м³/год) достигло в 1991 г. С 1992 г. по 1998 г. отчетливо прослеживается тенденция к уменьшению водозабора с ежегодным уменьшением до 17 % в 1995 г. Для последних лет (1996-2011 гг.) характерна определенная стабилизация в

объемах изымаемых природных вод: их ежегодные уменьшения не превышали 60 млн м³ (примерно 3-4 %). В 2011 г. объем суммарного забора воды составил около 1640 млн м³ (4,5 % от объема возобновляемых водных ресурсов), в 2019 г. - 1363 млн м³. По сравнению с 1991 г. он сократился более, чем в 2 раза, преимуществен за счет поверхностного водозабора.

Существенно изменилась структура общего водозабора. В первой половине 90-х годов в суммарном заборе воды доминировали поверхностные воды (55-60 %). Начиная с 1995 г., доля подземных вод постоянно превышала 50 %, а в начале столетия находится в пределах 57-59 %. Только в Минской и Брестской областях подземный водозабор не достигает 50 %.

Произошли существенные изменения в структуре использования воды, что отразилось в увеличении социальной составляющей водопотребления. Удельный вес расходов воды на хозяйственно-питьевое водоснабжение вырос с 25 % (1990 г.) до 45 % в 2005 г. Одновременно за этот период снизилась доля расхода воды на производственные нужды, орошение и рыбное хозяйство. В последние годы (с 2005 г.) наблюдается существенное сокращение водозабора на нужды ЖКХ (почти на 250 млн м³) благодаря введению населением индивидуального приборного учета, поэтому удельный вес расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды в 2011 г. составил 35 %.

Потребление питьевой воды на душу населения в последние годы распределяется неравномерно по городам республики и в среднем составляет около 140 л/сут., что соответствует средним показателям большинства стран Европы (120-150 л/сут.).

Воды, отработанные в отраслях экономики, отводятся в поверхностные водные объекты, подземные горизонты, а также на поля фильтрации и различного рода накопители. В Беларуси основное количество сточных вод (около 90 %) всегда сбрасывалось в реки и озера.

По сравнению с 1990 г. объем сточных вод уменьшился более чем в 2 раза и в 2011 г. составил 1000 млн м³/год, но к 2019 г. он немного вырос - 1019 млн м³/год. Основной объем сточных вод образуется в сфере жилищно-коммунального хозяйства (более 70 %), затем идут промышленность (более 20 %) и сельское хозяйство (менее 10 %).

В структуре сточных вод в последние годы количественно преобладают нормативно очищенные воды (около 70 %), нормативно чистые (без очистки) составляют почти 30 %, а объем вод, сброшенных без очистки, и недостаточно очищенных составил менее 1 %.

Порядок выполнения.

Для выполнения задания необходимо пользоваться статистическими данными из таблиц 18-19. Учитывая, что необходимо проследить динамику основных показателей водопользования на современном этапе, информация таблиц за последние годы должна постоянно обновляться. Перед выполнением задания необходимо выписать соответствующие данные из статистических сборников, экологических бюллетеней за последние годы, или официального сайта Минприроды.

Необходимо обратить внимание на правильность выбора типов диаграмм и графиков, которые будут характеризовать распределение различных показателей.

1. По данным таблицы 18 постройте диаграммы или графики изменения общего, поверхностного и подземного водозаборов по Республике Беларусь за период с 1990 по 2022 г. Проанализируйте диаграммы и сделайте вывод об изменении водозабора за анализируемый период, проследите изменение структуры водозабора.

2. По данным таблицы 19 постройте диаграммы или графики изменения общего, поверхностного и подземного водозаборов по областям в соответствии с вариантом задания (см. таблица 3) за период с 1990 г. по 2022 г. Проанализируйте диаграммы и сделайте вывод об изменении водозабора за анализируемый период, проследите изменение структуры водозабора.

Таблица 3 – Варианты заданий

№	Область	№	Область	№	Область	№	Область
1	Брестская, Витебская	6	Витебская, Гомельская	11	Гомельская, Минская	16	Минская Брестская
2	Брестская, Гомельская	7	Витебская, Гродненская	12	Гомельская, Могилевская	17	Минская Витебская
3	Брестская, Гродненская	8	Витебская, Минская	13	Гродненская, Минская	18	Могилевская Брестская
4	Брестская, Минская	9	Витебская, Могилевская	14	Гродненская, Могилевская	19	Могилевская Витебская
5	Брестская, Могилевская	10	Гомельская, Гродненская	15	Минская, Могилевская	20	Гродненская Брестская

3. Постройте диаграммы изменения общего использования вод за период с 1990 по 2022 г. по областям и Беларуси в целом, проанализируйте их и сделайте вывод об изменении объемов водопотребления.

4. Для Республики Беларусь и областей в соответствии с вариантом задания постройте круговые диаграммы структуры использования вод по годам (1990, 2000, 2010, 2015, 2020) и проанализируйте их, установите тенденцию изменения структуры водопользования.

5. Постройте графики изменения объемов сточных вод по областям и Республике Беларусь, проанализируйте их и определите тенденцию изменения объемов сточных вод.

6. Для Республики Беларусь постройте диаграммы структуры сточных вод по годам (1990, 2000, 2010, 2015, 2020) и установите тенденцию изменения объемов вод разной степени очистки.

Практическая работа № 4 по теме 3.5.: Проблема изменения структуры земельного фонда Республики Беларусь и деградации земель. (2 часа)

Цель работы: определить тенденции изменения структуры земельного фонда Республики Беларусь начиная с 1994 г., выявить основные причины со-

кращения площадей некоторых категорий земель и наметить пути рационального природопользования, позволяющие сдерживать деградацию земель.

Форма и методы проведения: индивидуальная письменная работа, выполняемая методом сравнительного анализа построенных диаграмм по данным таблицы 20 практикума и экологических бюллетеней. Работа может выполняться в электронном формате с распечаткой результатов (диаграммы) и письменным их анализом.

Исходные данные:

1. Таблица 20 практикума.
2. Статистический сборник «Охрана окружающей среды Республики Беларусь», 2022 г. (и предыдущие) – Национальный статистический комитет РБ, 2022.
3. Статистический сборник Регионы Республики Беларусь (социально-экономические показатели), том 1, 2012 г. (и последующие) – Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2012.
4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 01.06.2023.

Содержание. По данным Государственного земельного кадастра Республики Беларусь, по состоянию на 1 января 2012 г. общий земельный фонд страны составляет 20760,0 тыс. га. и за последние годы остается неизменным. Наибольшие площади в структуре земель занимают лесные и сельскохозяйственные земли, 43,96 % и 42,74 %, соответственно. Именно эти виды земель в настоящее время изменяются наиболее динамично.

Сельскохозяйственные земли занимают площадь 8874,0 тыс. га. За период после 1990 г. их площадь сократились на 540,8 тыс. га, что составляет около 26 тыс. га в год. А за последние 30 лет фонд сельскохозяйственных земель сократился почти на 1 млн га. Основные причины – исключение из сельскохозяйственного оборота низкопродуктивных угодий и земель, загрязненных радионуклидами, зарастание древесно-кустарниковой растительностью и заболачивание мелкоконтурных участков сельхозугодий, передача земель государственным лесохозяйственным предприятиям, отведение под промышленное, жилищное, дорожное строительство, крайне низкие объемы мелиоративных и культуртехнических работ.

Наряду с сокращением площади сельскохозяйственных земель за период с 1990 г. по 2011 г. произошло сокращение площади болот на 79,8 тыс. га (3-4 тыс. га в год), земель под улицами, площадями и иными местами общего пользования на 83 тыс. га, а также нарушенных и прочих земель – на 1160,6 тыс. га (около 55 тыс. га в год). Наиболее значительное сокращение нарушенных и прочих земель связано, прежде всего, с передачей другим пользователям бывших полигонов в 1990-х годах.

Наиболее значительный рост претерпели площади земель категории лесных и прочих лесопокрытых (9125,7 тыс. га) – на 1742,3 тыс. га. При этом следует отметить, что площадь лесопокрытых земель растет ежегодно на 30-80

тыс. га и в 2007 г. она впервые за многолетний период превысила площадь сельскохозяйственных земель. Несколько возросли также площади под водой (10,9 тыс. га), под дорогами, прогонами, просеками, трубопроводами (55,7 тыс. га). под застройкой (на 55,8 тыс. га).

Тенденция к сокращению доли сельскохозяйственных земель и увеличению лесных и лесопокрытых площадей, характерная для республики в целом, имеют специфические отличия по интенсивности и направленности процессов в разрезе административных областей.

Порядок выполнения.

Для выполнения задания необходимо пользоваться статистическими данными из таблицы 20. Учитывая то, что необходимо проследить динамику изменения земельного фонда на современном этапе, информация таблиц за последние годы должна постоянно обновляться. Перед выполнением задания необходимо выписать соответствующие данные из официального сайта Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь или статистических сборников за последние годы.

1. По данным таблицы 20 постройте диаграммы или графики изменения площадей различных типов земель в Республике Беларусь с 1990 г. по 2022 г. и проанализируйте их

(В таблице 20 брать следующие года (1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2021 и 2022))

2. Рассчитайте, на какую величину увеличились либо сократились площади различных категорий земель за указанный период.

3. По данным статистических ежегодников Республики Беларусь постройте диаграммы или графики изменения площадей различных типов земель с 1990 г. по 2020 г. для двух областей в соответствии с вариантом (см. таблицу 4).

4. Постройте круговые диаграммы структуры земельного фонда Республики Беларусь для 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2022 гг. и сравните их, определите процентное соотношение различных категорий земель.

Таблица 4 – Варианты заданий

№	Область	№	Область	№	Область	№	Область
1	Брестская, Витебская	6	Витебская, Гомельская	11	Гомельская, Минская	16	Минская Брестская
2	Брестская, Гомельская	7	Витебская, Гродненская	12	Гомельская, Могилевская	17	Минская Витебская
3	Брестская, Гродненская	8	Витебская, Минская	13	Гродненская, Минская	18	Могилевская Брестская
4	Брестская, Минская	9	Витебская, Могилевская	14	Гродненская, Могилевская	19	Могилевская Витебская
5	Брестская, Могилевская	10	Гомельская, Гродненская	15	Минская, Могилевская	20	Гродненская Брестская

5. Постройте круговые диаграммы структуры земельного фонда двух областей для 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2022 гг. и сравните их, определите процентное соотношение различных категорий земель.

6. Выполните анализ территориальных особенностей изменения структуры земельного фонда путем сравнения диаграмм по земельному фонду Беларуси и областям.

Методы контроля: проверка письменной работы и оценка преподавателем.

Практическая работа № 5 по теме 3.8.: Территориальные особенности образования и использования промышленных и коммунальных отходов в Беларуси. (2 часа)

Цель: познакомиться с динамикой накопления, объемов утилизации, захоронения, складирования и использования промышленных отходов и отходов потребления в различных регионах Беларуси, выявить наиболее проблемные регионы в республике по объемам накопления промышленных и бытовых отходов.

Форма и методы проведения: индивидуальная письменная работа, выполняемая методом сравнительного анализа построенных графиков и диаграмм по данным таблиц 21-22 и экологических бюллетеней. Работа может выполняться в электронном формате с распечаткой результатов (диаграммы) и письменным их анализом.

Исходные данные:

1. Таблицы 21 и 22 практикума.
2. Статистический сборник «Охрана окружающей среды Республики Беларусь», 2022 г. (и предыдущие) – Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 01.06.2023.

Содержание. В конце XX столетия ежегодно на территории Беларуси образовывалось около 30 млн. тонн твердых производственных (93 %) и коммунальных (7 %) отходов. В последние годы этот показатель существенно вырос и в 2011 г. превысил 44 млн т. Основная часть их накапливается на полигонах промышленных отходов и площадках предприятий. Номенклатура производственных отходов составляет более 1400 наименований. По общему объему более 60 % (около 27 млн т) приходится на галитовые отходы и глинисто-солевые шламы ПО «Беларуськалий». Уровень использования отходов предприятиями страны в текущем столетии несколько повысился, но пока не превышает 30 %, без учета галитовых отходов – около 75 %. Наиболее полно утилизируются отходы растительного и животного происхождения (95 %) за счет переработки отходов производства вкусовых продуктов, обработки и переработки древесины, бумаги и картона.

Большинство специализированных полигонов промышленных отходов оборудованы природоохранными сооружениями, однако около 8 % объектов расположены на площадках с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями и представляют собой источники загрязнения окружающей среды. К сожалению среди них объекты крупнотоннажных производств: старые солеотвалы и шламохранилища ПО «Беларуськалий», фосфогипса Гомельского химического завода, лигнина гидролизных заводов, отвалы шламов некоторых ТЭЦ.

Объем накопленных отходов на объектах хранения (в ведомственных местах хранения и на территории предприятий) увеличивается от года к году примерно на 3 % и в 2011 г. он составил на конец года 968,7 млн т. Наибольшие объемы накопления связаны с галитовыми отходами, количество которых в солеотвалах превысило 832 млн т, и глинисто-солевыми шламами (почти 100 млн т).

В настоящее время ежегодно образуется более 3 млн. тонн отходов потребления, в структуре которых преобладают пищевые отходы и макулатура. Объемы образования коммунальных отходов имеют отчетливую тенденцию к росту. В 2011 г. собрано 3878 тыс. т коммунальных отходов.

Показатель удельного образования твердых коммунальных отходов за последнее десятилетие увеличился с 0,485 до 1,12 кг/чел. в день, т.е. в 2 раза и приблизился к величине, характерной для стран Евросоюза (0,85-1,7 кг/чел. в день).

По экспертным оценкам, за последние годы в составе коммунальных отходов заметно увеличилась доля полимерных материалов и отходов от упаковок, а также отходов стекла.

Практически полностью отходы потребления в Беларуси захораниваются на полигонах ТКО, численность которых составляет более 170, не считая минисвалок, где производится зачастую несанкционированное накопление бытовых отходов. На данные полигоны вывозится и до 30 % промышленных отходов. К сожалению многие полигоны находятся в неудовлетворительном состоянии: не оборудованы противодиффузионными экранами, не полностью обвалованы, поэтому оказывает негативное влияние на окружающую среду.

Порядок выполнения.

Для выполнения задания необходимо пользоваться статистическими данными из таблиц 21-22 практикума. Учитывая, что необходимо проследить динамику образования, использования и размещения промышленных и коммунальных отходов на современном этапе, информация таблиц за последние 5 лет должна постоянно обновляться. Перед выполнением задания необходимо выписать соответствующие данные из статистических сборников или экологических бюллетеней за последние годы, или официального сайта Минприроды.

1. По данным таблицы 21 построить диаграммы или графики изменения образования, использования и размещения промышленных и коммунальных отходов в Республике Беларусь за период с 2005 г. по 2022 г. Проанализировать диаграммы или графики и сделать вывод об изменении соответствующих показателей за анализируемый период.

2. По данным таблицы 22 построить диаграммы или графики изменения образования, использования и размещения промышленных отходов по областям в соответствии с вариантом задания (см. таблицу 5) за период с 2005 г. по 2022 г. Проанализировать диаграммы и сделать вывод об изменении соответствующих показателей за анализируемый период.

Таблица 5 – Варианты заданий

№	Область	№	Область	№	Область	№	Область
1	Брестская, Витебская	6	Витебская, Гомельская	11	Гомельская, Минская	16	Минская Брестская
2	Брестская, Гомельская	7	Витебская, Гродненская	12	Гомельская, Могилевская	17	Минская Витебская
3	Брестская, Гродненская	8	Витебская, Минская	13	Гродненская, Минская	18	Могилевская Брестская
4	Брестская, Минская	9	Витебская, Могилевская	14	Гродненская, Могилевская	19	Могилевская Витебская
5	Брестская, Могилевская	10	Гомельская, Гродненская	15	Минская, Могилевская	20	Гродненская Брестская

3. Рассчитать вклад каждой области (в %) в ежегодном образовании промышленных отходов в общереспубликанском значении и общее количество отходов на конец года. Выполнить письменный анализ полученных данных.

Методы контроля: проверка письменной работы и оценка преподавателем.

2.2. Задания управляемой самостоятельной работы, в том числе размещенные на образовательном портале БГУ LMS Moodle

УСР 1. Тема 2.1. Пути преодоления последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции и возможности использования пострадавшей территории (деловая игра) (2 часа)

Цель: выявить возможности реабилитации и хозяйственного использования территорий, пострадавших от аварии на ЧАЭС.

Форма и методы проведения: деловая игра, подготовка презентаций и обсуждение их за круглым столом.

Исходные данные: литературные и картографические источники, экологические бюллетени, материалы лекций.

Порядок выполнения. Проводится деловая игра «Заседания Совета Министров» с целью распределения финансирования на реабилитацию загрязненной территории. Студенты разбиваются на группы, которые представляют различные министерства и ведомства:

Министерство природных ресурсов,
Министерство здравоохранения и социальной защиты,
Министерство образования,

Министерство по чрезвычайным ситуациям,
Министерство сельского хозяйства,
Министерство лесного хозяйства,
Министерство спорта и туризма и другие.

Каждая группа готовит презентацию по возможности использования либо о путях реабилитации территории загрязненной радионуклидами в соответствии с компетенциями ведомства.

На заседании Совета Министров рассматриваются предложения министерств и выявляются приоритетные направления использования пострадавшей территории и наиболее приемлемые пути ее реабилитации, на что распределяется условное финансирование.

Методы контроля: оценка преподавателям презентаций и выступлений.

УСР 2. Тема 3.1. Пространственно-временные изменения климата Беларуси: отрицательные и положительные аспекты для хозяйства страны (деловая игра) (2 часа).

Цель: выявить пространственно-временные особенности изменения климата и разрушения озонового слоя на территории Беларуси, установить основные причины возникновения и протекания данных экологических проблем.

Форма и методы проведения: подготовка презентаций и обсуждение их за круглым столом.

Исходные данные: литературные и картографические источники, экологические бюллетени, материалы лекций.

Содержание. Эпоху глобального потепления, наметившуюся на рубеже XX–XXI веков, многие ученые связывают не только с природными факторами, но и с хозяйственной деятельностью человека. В результате последней произошло изменение концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере (двуокиси углерода, метана, окислов азота и фреонов). По данным Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республика Беларусь в настоящее время в год выбрасывает в атмосферу около 60 млн т парниковых газов (в эквиваленте CO₂). Население Республики Беларусь составляет около 0,17 % населения мира, а выброс углекислого газа – около 0,5 % общего мирового выброса CO₂, следовательно в глобальной проблеме изменения климата есть доля и нашей республики.

По проявлению глобальной проблемы изменения климата в Беларуси можно сделать следующие выводы:

- современное изменение климата Беларуси определяется влиянием естественных и антропогенных факторов;
- рост среднегодовой температуры за период инструментальных наблюдений с 1881 г. составил от 0,8 до 1,2°C по всей территории республики;
- самая мощная положительная флюктуация температуры зафиксирована с 1988 г. по 2010 г. Наибольшее изменение температуры зарегистрировано в хо-

лодное время года, и в большей степени характерно для северных районов Беларуси;

- на последний 25-летний период приходится 6 из 7 самых крупных положительных аномалий температуры (более 1,5°C), зафиксированных в Беларуси за весь срок наблюдений;

- особенно сильный рост температуры (несколько градусов) отмечается в январе-апреле. Понижение температуры, не превышающее 0,5°C наблюдается только в некоторых месяцах переходных сезонов (мае, сентябре и ноябре);

- почти в 2 раза возросла повторяемость максимальных температур (более 30°C), а минимальные температуры за последние 50-60 лет повысились на 2-2,5°C;

- в период с 1950 г. по 2012 г. количество осадков снизилось на 10-15 % (60-80 мм) по сравнению с первой половиной XX века, особенно в южной и центральной части Беларуси. Наибольшее снижение осадков характерно для юго-востока республики и составило до 90 мм за последнее столетие, отмечен их незначительный рост на севере республики;

- в последние годы увеличилась контрастность количества осадков на территории Беларуси: расширились площади с годовым количеством осадков менее 600 мм и более 700 мм;

- произошли изменения годового хода осадков: повсеместно сократилось количество осадков в апреле-мае и увеличилось в летние месяцы, за исключением южных районов, где в августе количество осадков уменьшилось на 20 %;

- увеличилось число экстремальных климатических явлений: в южных районах за последние 50 лет в 2 раза возросло число засух во второй половине лета (часто наблюдались засушливые условия на протяжении 2 месяцев вегетационного периода).

- мелиорация южных районов республики привела к региональным изменениям летних температур на несколько десятых градуса, и осадков на несколько десятков мм, выравниванию начиная с 1985 г. количества заморозков на севере и юге Беларуси, хотя до широкомасштабной мелиорации на севере их было в 2,2 раза больше.

Порядок выполнения. Проводится деловая игра «Разработка стратегического плана адаптации хозяйства Беларуси к последствиям изменения климата».

Студенты разбиваются на 3 группы и готовят презентации по пространственно-временным изменениям климата на территории Беларуси.

1. Первая группа дает характеристику изменений климата Беларуси и определяет основные природные и антропогенные факторы, приведшие к потеплению в пределах страны.

2. Вторая группа рассматривает отрицательные аспекты изменения климата и характеризует основные последствия потепления.

3. Третья группа характеризует положительные аспекты изменения климата и ее влияние на хозяйство Беларуси.

На заседании Минприроды формулируются основные направления стратегии адаптации хозяйства страны к последствиям изменения климата.

Методы контроля: оценка преподавателям презентаций и выступлений.

УСР 3. Тема 3.7. Проблема сохранения биоразнообразия и создания единой экологической сети в Беларуси (круглый стол) (2 часа).

Цель: выявить пространственные особенности изменения биоразнообразия различных типов растительности и фаунистических комплексов, установить основные причины возникновения и протекания данных экологических проблем и наметить пути снижения негативных последствий от уменьшения биоразнообразия.

Форма и методы проведения: подготовка презентаций и обсуждение их за круглым столом.

Содержание. Антропогенные факторы и глобальные процессы ведут к ксерофитизации среды обитания видов и эдафических условий региона и приводят к существенному изменению видового состава растительности и животного мира. За последние 100 лет из флоры выпали более 40 видов растений. О тревожной ситуации с сохранением биологического разнообразия говорит и тот факт, что в 3-е издание Красной книги вошло 274 вида растений, что на 60 видов больше по сравнению со 2-м изданием, а 3 вида из данного списка не обнаружены геоботаническими экспедициями на протяжении 25 последних лет и включены в «Черный список». В то же время ряд видов растений наоборот появились в составе флоры Беларуси или расширили свои ареалы распространения. В настоящее время 27 % видов сосудистых растений (около 470 видов) являются антропофитами, а уровень антропогенизации флоры составляет 0,35. К экологическим проблемам антропогенизации флоры следует отнести появление вредных карантинных сорняков, растений-фитоаллергенов и активных видов растений, вытесняющих аборигенные виды.

Кроме того на сохранение биоразнообразия оказывают влияние и косвенные действующие факторы: изменение условий местообитания (снижение численности и самовоспроизводство), водозаборы, применение удобрений и ядохимикатов, биологическое загрязнение, засоление; нитрификация, нарушение светового режима путем разрежививания древостоев, загрязнение водоемов и т.д.

Экологические проблемы, связанные с сохранением биоразнообразия охватывают не только флористический состав, но и различные типы растительности, что выражается в сокращении доли коренных лесов, снижении площадей большинства фитоценозов широколиственных лесов, обострении проблемы усыхания ельников, увеличении антропогенной нагрузки на лесные биоценозы, повышении дефолиации лесов, подверженности лесных древостоев воздействию болезней и вредителей, увеличении количества стихийных природных бедствий (ураганов, пожаров и т.д.). Поврежденные вредителями и болезнями леса занимают 2-3 % лесопокрытой площади. За последние 50 лет уменьшилась на 4,4 % площадь лугов, особенно пойменных (на 56 %) и низинных (на 36 %),

растет их закустаренность, а пастбищная нагрузка приводит к выпадению из травостоя бобовых. Почти в 2 раза по сравнению с 50-ми годами XX столетия сократилась площадь открытых болот.

Значительные изменения характерны и для животного мира. За последние 300-400 лет вследствие чрезмерной охоты и изменения мест обитания из состава фауны исчезли такие виды животных, как тарпан, лань, европейский тур, соболь, россомаха, лесной кот, выхухоль, розовый пеликан, стрепет, русский осетр, белуга, семга, кумжа и другие ценные виды. По сравнению с предыдущим в 3-м издании Красной книги количество охраняемых животных увеличилось на 6 видов и достигло 189. Вызывает опасение сохранение популяций бурого медведя, барсука, рыси европейской и других видов. Значительные изменения претерпевают фаунистические комплексы болот, водоемов и их побережий, еловых и широколиственных лесов.

Порядок выполнения. Студенты готовят презентации по различным проявлениям проблемам сохранения биоразнообразия и создания экологической сети на территории Беларуси:

- исчезающим видам растений и животных, их распространением и мероприятиям по охране;
- проблемам распространения и динамики различных типов растительности;
- влиянию на естественные фитоценозы ураганов, пожаров и других стихийных природных бедствий;
- распространению вредителей и болезней древостоев их пространственной дифференциацией и динамике по годам;
- усыханию ельников и проблемам других типов лесов;
- созданию единой экологической сети;
- проблемам сохранения популяций животных, занесенных в Красную книгу;
- проблемам изменения численности промысловых животных;
- проблемам инвазивных видов растений и животных.

Методы контроля: оценка преподавателям презентаций и выступлений.

2.3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов использованы современные информационные технологии: на образовательном портале БГУ LMS Moodle размещены в сетевом доступе учебные (презентации лекций) и учебно-методические материалы (учебная программа, тематика и методические указания по выполнению практических работ, управляемой самостоятельной работы; примерный перечень вопросов к экзамену, примеры тестовых вопросов, список рекомендуемой литературы, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации.

Самостоятельная работа (практические работы и УСР) студентов по изучению дисциплины «Геоэкологические проблемы Беларуси» выполняется в аудиторной форме, с использованием возможности дистанционного обучения. Студентам предлагается самостоятельное рассмотрение ряда вопросов, что предполагает углубленное изучение основной и дополнительной литературы. В процессе обучения реализуется личностно-ориентированный (индивидуальные задания) и эвристический подходы образовательной деятельности.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами использован следующий диагностический инструментарий: устный опрос, проверка расчетно-графических работ, проверка эссе, рефератов, обсуждение презентаций на круглых столах, деловая игра, коллоквиум.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Геоэкологические проблемы Беларуси» учебным планом предусмотрен экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад форм (мероприятий) текущего контроля знаний в оценку текущей успеваемости:

- письменные отчеты по практическим заданиям расчетно-графических работ (среднеарифметическая величина из оценок за выполнение 5 расчетно-графических работ) – 40 %;

- проверка эссе, рефератов, презентаций – 10 %;

- оценивание на основе деловой игры (среднеарифметическая величина из оценок двух докладов на деловых играх) – 20 %;

- коллоквиумы в форме тестирования по региональным и локальным геоэкологическим проблемам (среднеарифметическая величина из оценок двух коллоквиумов) – 30 %.

Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценки по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

При организации образовательного процесса по изучению дисциплины «Геоэкологические проблемы Беларуси» рекомендуется использовать практико-ориентированный подход, методы развития критического мышления, метод группового обучения, эвристический подход, метод анализа конкретных ситуаций, метод учебной дискуссии.

Практико-ориентированный подход предусматривает самостоятельное освоение студентами содержания программы через решение практических задач (выполнение индивидуальных вариантов 5 расчетно-графических работ); получение навыков эффективного их использования как в традиционной, так и в дистанционной форме обучения.

Методы развития критического мышления студентов представляет собой систему, формирующую навыки работы с информацией по темам изучаемой дисциплины. Студенту в процессе изучения информации необходимо осуществить ее отбор, провести анализ, сравнение и выявить особенности, формулировать выводы, исследовать альтернативы. Каждая расчетно-графическая работа заканчивается высказыванием личных суждений по проведенным расчетам при установлении региональных особенностей геоэкологических проблем Беларуси.

Метод группового обучения рекомендуется реализовать в рамках работы малой группы студентов при выполнении управляемых самостоятельных работ, при подготовке презентаций и докладов, проведении дискуссий по темам учебной дисциплины, в рамках деловых игр по проблемам рационального природопользования и экологического состояния регионов. Групповая работа инициирует их взаимную ответственность и сотрудничество.

Эвристический подход предусматривает демонстрацию студентами многовариантности решения профессиональных задач, творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов, индивидуализацию обучения через многовариантность заданий, возможность самостоятельно определять цель обучения.

Метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод) предусматривает получение студентами знаний и умений для решения практических задач, анализа ситуации с помощью профессиональных знаний и личного опыта. Получение знаний по отдельным геоэкологическим проблемам, позволяет оценивать геоэкологическую ситуацию в Беларуси и ее отдельных регионах.

Метод учебной дискуссии предусматривает участие студентов в целенаправленном обмене суждениями, идеями для разработки единой позиции по определенной проблеме. Использование метода рекомендуется при изучении перспективных направлений улучшения геоэкологической ситуации в Беларуси.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Национальная стратегия устойчивого развития до 2030 г. Внутренние и внешние экологические цели Беларуси.
2. Понятие о геоэкологических проблемах. Глобальные, региональные, локальные геоэкологические проблемы.
3. Проявление глобальных проблем человечества на территории Беларуси.
4. Региональные и локальные геоэкологические проблемы Беларуси. Критические экологические регионы страны.
5. Оценка современной социально-экономической ситуации в Беларуси и ее влияние на окружающую среду.
6. Оценка демографической ситуации в Беларуси. Прогноз изменения демографической ситуации.
7. Медицинский мониторинг. Состояние здоровья населения. Санитарно-эпидемиологическая ситуация на территории Беларуси.
8. Проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды в результате аварии на ЧАЭС.
9. Воздействие радиоактивного загрязнения на природные компоненты Беларуси.
10. Воздействие радиоактивного загрязнения на экономику и здоровье населения Беларуси.
11. Пути улучшения геоэкологической ситуации в районах пострадавших от аварии на ЧАЭС
12. Региональная геоэкологическая проблема деградации болот Полесья.
13. Мероприятия по экологической реабилитации сформировавшихся очагов деградации почв Полесья.
14. Воздействие гидромелиорации на природные компоненты Белорусского Полесья
15. Региональная геоэкологическая проблема Солигорского горно-промышленного района.
16. Техногенно-геохимические проблемы разработки Старобинского месторождения калийных солей.
17. Техногенно-геодинамические проблемы разработки Старобинского месторождения калийных солей.
18. Пути улучшения геоэкологической ситуации в Солигорском ГПР.
19. Пространственно-временные изменения климата Беларуси.
20. Общая геоэкологическая ситуация в Республике Беларусь
21. Оценка состояния озонового слоя на территории Беларуси.
22. Положительные и отрицательные последствия изменения климата в Беларуси и проблемы адаптации хозяйства страны.

23. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу Беларуси от стационарных и передвижных источников, их структура и динамика.
24. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах Беларуси.
25. Геоэкологические проблемы разведки и добычи полезных ископаемых скважинным способом в Беларуси.
26. Геоэкологические проблемы разведки и добычи полезных ископаемых шахтным и карьерным способом.
27. Химический состав атмосферных осадков в Беларуси, проблема выпадения кислотных дождей.
28. Экологическое состояние подземных вод. Проблемы водообеспечения промышленных центров и городов Беларуси.
29. Проблема загрязнения вод по речным бассейнам Беларуси.
30. Использование природных вод и проблема загрязнения сточных вод в Республике Беларусь.
31. Изменение стока рек и уровня воды в озерах в Беларуси, проблема малых рек.
32. Проблема деградации почв Беларуси. Водная и ветровая эрозия, особенности ее распространения в Беларуси.
33. Проблема изменения земельного фонда Беларуси. Состояние почв Беларуси.
34. Проблема рекультивации горных выработок в Республике Беларусь.
35. Загрязнение почв городов и сельскохозяйственных земель в Беларуси.
36. Антропогенные изменения растительности Беларуси. Сохранение биоразнообразия.
37. Оценка состояния лесной растительности Беларуси. Проблема усыхания еловых лесов.
38. Проблемы использования и охраны луговой, болотной и водной растительности Беларуси.
39. Проблема изменения структуры лесов.
40. Антропогенные изменения животного мира Беларуси.
41. Сеть ООПТ Беларуси и проблема создания единой экологической сети.
42. Оценка состояния ресурсных видов животных и видов, занесенных в Красную книгу Беларуси.
43. Проблемы захоронения отходов и состояние накопителей отходов в Республике Беларусь.
44. Виды отходов производства и потребления и динамика их образования в Республике Беларусь.

3.2. Примерный перечень заданий в тестовой форме

1. Какой процент территории Беларуси загрязнен цезием-137 в 1986 г?
1) 10 %, 2) 18 %, 3) 23 %, 4) 28 %, 5) 36 %, 6) 42 %, 7) 53 %

2. На сколько процентов снизилось загрязнение территории Беларуси к 2020 г. по сравнению с 1986 г.?

1) около 10 %, 2) около 20 %, 3) около 30 %, 4) около 40 %, 5) более 45 %

3. Какой из радионуклидов дает около 80 % суммарной накопленной дозы облучения населения в Беларуси?

1) америций, 2) йод-131, 3) лантан-140, 4) плутоний, 5) стронций-90, 6) цезий-137

4. В какой из областей Беларуси наименьшая доля загрязненных радионуклидами земель?

1) Брестская, 2) Витебская, 3) Гомельская, 4) Гродненская, 5) Минская, 6) Могилевская

5. В каких областях Беларуси доля загрязненных радионуклидами земель превышает 30%?

1) Брестская; 2) Витебская; 3) Гомельская; 4) Гродненская, 5) Минская; 6) Могилевская

6. Какое количество галитовых отходов накопилось в 4 солеотвалах Старобинского месторождения?

1). около 10 млн т, 2) около 100 млн т, 3) около 500 млн т, 4) около 700 млн т, 5) более 1 млрд т.

7. Какое количество калийной руды необходимо извлекать из недр для производства 1 т. калийных удобрений?

1) 1-3 т.; 2) 3-5 т.; 3) 5-7 т.; 4) 7-9 т.

8. Какие торфяники мелиорированы в большей степени?

1) верховые, 2) низинные, 3) переходные.

9. Какие экологические проблемы относятся к группе техногенно-геодинамических?

1) землетрясения, 2) накопление отходов, 3) загрязнение вод, 4) просадки, 5) загрязнение почв.

10. Какое количество болот сохранилось в настоящее время в естественном состоянии в Беларуси?

1) 800-900 тыс. га, 2) 1000-1200 тыс. га, 3) 1400-1700 тыс. га, 4) 2000-2400 тыс. га

11. Какой высоты достигают терриконы солеотвалов в Солигорском ГПР?

1). Около 50 м, 2) около 80 м, 3) около 120 м, 4) около 170 м, 5) около 230 м

12. Какова максимальная величина сработки торфа на мелиорированных почвах?

1) 3 см. в год, 2) 5 см. в год, 3) 8 см. в год, 4) 11 см. в год, 5) 15 см. в год

13. Какой величины достигают среднегодовые суммарные выбросы загрязняющих веществ за период с 2016 по 2020 гг.?

1) 500-1000 тыс.т, 2) 1000-1500 тыс.т, 3) 1500-2000 тыс.т, 4) более 2000 тыс.т

14. Какой вид загрязняющих веществ преобладает (около 50%) в общем объеме выбросов в атмосферный воздух Беларуси в 2010-2020 гг.?

1) взвешенные вещества; 2) оксиды азота; 3) диоксид серы; 4) оксид углерода; 5) углеводороды; 6) сероводород; 7) фенол; 8) формальдегид; 9) хлористый водород.

15. Какой район занимает 1 место по объемам выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников?

1) Брестский, 2) Витебский, 3) Гродненский, 4) Дзержинский 5) Минский, 6) Смолевичский

16. Как изменилась среднегодовая температура воздуха в Беларуси за период с 1881 по 20121 г.?

1). не изменилась, 2). увеличилась на $0,5-1^{\circ}\text{C}$, 3). увеличилась на $1-1,5^{\circ}\text{C}$, 4). увеличилась на $1,5-2,0^{\circ}\text{C}$, 5). уменьшилась на $0,5-1^{\circ}\text{C}$, 6). уменьшилась на $1-1,5^{\circ}\text{C}$.

17. Для какого сезона года наиболее выражено потепление климата?

1) зима; 2) весна; 3) лето; 4) осень.

18. Какая отрасль хозяйства является основным потребителем вод в Республике Беларусь?

1) промышленность; 2) сельское хозяйство; 3) жилищно-коммунальное хозяйство, 4) рыбное хозяйство

19. Какая отрасль хозяйства является основным источником сточных вод в Республике Беларусь?

1) промышленность; 2) сельское хозяйство; 3) жилищно-коммунальное хозяйство, 4) рыбное хозяйство

20. Какую долю в современном водозаборе составляют подземные воды?

1) 31-40%; 2) 41-50%; 3) 51-60%; 4) 61-70%; 5) 71-80%.

21. В каких 2 областях Беларуси наибольшая доля дефлированных почв среди эродированных?

1) Брестская; 2) Витебская; 3) Гомельская; 4) Гродненская, 5) Минская; 6) Могилевская

22. Какой вид добычи полезных ископаемых является наиболее распространенным в Беларуси по количеству месторождений?

1) карьерный, 2) скважинный, 3) шахтный

23. Какой тип растительности в последние 10 лет в наибольшей степени сократил занимаемую площадь?

1) болотная, 2) водная, 3) лесная, 4) луговая.

24. Какой из видов животных, занесенных в Красную книгу, является наиболее проблемным и его обитание в пределах популяций в последние годы не подтверждается?

1). бурый медведь, 2) барсук, 3) зубр, 4) болотная черепаха, 5) норка европейская

25. Какой процент территории Беларуси занимают природоохранные территории республиканского и местного значения?

1) менее 2%, 2) 3-4 %, 3) 5-7 %, 4) 8-9 %, 5) 10-11 %

26. В пределах какой области Беларуси наибольшая доля земель, занятых ООПТ?

1) Брестская; 2) Витебская; 3) Гомельская; 4) Гродненская; 5) Минская; 6) Могилевская

27. Какие 2 группы загрязняющих веществ в наибольшей степени загрязняют почвы Беларуси в настоящее время?

1) нефтепродукты, 2) нитраты, 3) сульфаты, 4) тяжелые металлы, 5) хлориды

28. На какие 2 вида промышленных отходов приходится более 60 % отходов производства в Беларуси?

1) галитовые отходы; 2) земля формовочная; 3) лигнин гидролизный; 4) мусор промышленный; 5) пищевые отходы; 6) породы вскрышные; 7) шламы галитовые глинисто-солевые; 8) фосфогипс

29. Какие 2 вида отходов в наибольшей степени используются в настоящее время?

1) галитовые отходы; 2) отходы древесины, бумаги и картона; 3) отходы растительного и животного происхождения, 4) медицинские отходы, 5) отходы литейного производства

30. Какое количество отходов относится к 1-3 классам опасности?

1) менее 1 %; 2) 1-5 %; 3) 6-10 %; 4) 11-20 %; 5) более 20 %

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Брылеўскі, М. М. Геаграфія Беларусі (фізічная) : электронны вучэбна-метадычны комплекс для спецыяльнасцей 1-31 02 01 «Геаграфія (па накірунках)», 1-33 01 02 «Геаэкалогія», 1-56 02 02 «Геаінфармацыйныя сістэмы (па накірунках)», 1-31 02 02 «Гідраметэаралогія», 1-31 02 03 «Космааэракартаграфія» / М. М. Брылеўскі ; БДУ, Фак. геаграфіі і геаінфарматыкі, Каф. геаграфічнай экалогіі. – Мінск : БДУ, 2021. – 156 с. : іл., табл. – Бібліагр.: с.151–153.

2. Витченко, А.Н. Геоэкология: электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 02 01 «География» (направление 1-31 02 01-02 «Научно-педагогическая деятельность»); 1-33 01 02 «Геоэкология»; 1-31 02 03 «Космоаэрокартография» / А. Н. Витченко; БГУ, Фак. географии и геоинформатики, Каф. географической экологии. – Минск: БГУ, 2021. – 290 с. Деп. в БГУ 16.04.2021 г. № 004116042021. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/258415>

3. Гричик, В. В. Экология и рациональное природопользование: электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» / В. В. Гричик; БГУ, Биологический фак., Каф. общей экологии и методики преподавания биологии. – Минск: БГУ, 2021. – 118 с. Деп. в БГУ 21.02.2022 г. № 001521022022. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/276061>

4. Природа Беларуси на рубеже тысячелетий / В.М. Байчоров [и др.]; редколлегия: А.А.Коваленя [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 367 с. : ил.

5. Прогноз состояния природной среды Беларуси на период до 2035 года / В.М. Байчоров [и др.]; под общ. ред. В.С.Хомича ; Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 332 с. : ил.

6. Эколого-географические проблемы перехода к зеленой экономике / НАН Беларуси, Ин-т природопользования; редкол.: В.С. Хомич (гл. ред.) [и др.]. – Мн.: СтройМедиаПроект, 2019. – 323 с.

Дополнительная литература

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия-Беларусь) / Под ред. Ю.А.Израэля, И.М.Богдевича. _ Москва: Фонд «Инфосфера» - НИА «Природа»; Минск: Белкартография, 2009. - 140 с.

2. Биосферно-совместимое использование лесных и болотных экосистем (мировые тенденции и опыт Беларуси) / В.В. Подоляко, Н.И. Бамбалов Н.И., В.М. Яцухно и др. Мн.: БелНИЦ Экология., 2003. – 342 с.

3. Брилевский, М.Н. Геоэкологические проблемы Беларуси: практикум для студентов геогр. фак. специальности 1-33 01 02 «Геоэкология» / авт.-разраб.: М. Н. Брилевский, Е. В. Морозов. – Минск: БГУ, 2013. – 51 с.
4. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А. А. Волчек и др.; под общ. ред. А. А. Волчека, В. Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 239 с.
5. Витченко А.Н. Геоэкология. – Минск: БГУ, 2002. – 101 с.
6. Городская среда: геоэкологические аспекты: монография / В.С.Хомич [и др.] – Минск : Беларуская навука, 2012. – 426 с.
7. Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экономические риски: Материалы Международного семинара, Пинск, 19-21 июля 2007 г. – Минск: Минсктиппроект, 2007. – 368 с.
8. Изменение климата: последствия, смягчение, адаптация: учеб-метод. комплекс / М.Ю.Бобрик [и др.] – Витебск: ВГУ им. П.М.Машерова, 2015-424 с.
9. Какарека С.В. Трансграничное загрязнение атмосферного воздуха и его регулирование - Минск, 2009. - 320 с.
10. Концепция Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года [электронный ресурс] / Министерство экономики Республики Беларусь. – Минск, 2018. – Режим доступа:<https://www.economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/Kontseptsija-na-sajt.pdf>.
11. Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия.– Минск: ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
12. Логинов В.Ф., Лысенко С.А. Современные изменения глобального и регионального климата. Минск: Беларуская навука. 2019. 315 с.
13. Логинов В.Ф., Лысенко С.А., Мельник В.И. Изменения климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования Минск: УП "Энцыклопедикс". 2020. 218 с.
14. Месторождения калийных солей Беларуси: геология и рациональное недропользование / Э.А. Высоцкий, В.Н. Губин, А.Д. Смычник и др. - Мн.: БГУ. 2003. – 486 с.
15. Основы геологии Беларуси / Под общ. ред. А. С. Махнача, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева, Я. И. Аношко. Мн., ИГН НАНБ., 2004. – 392 с.
16. Охранная грамота родной природы. 50 лет/ М.Н.Брилевский (и др.), ред.совет: А.В.Лис, А.Н.Рачевский, В.Н.Варавко. – Минск: Рифтур, 2010. - 200 с.
17. Помелов А.С. Структурирование земельных ресурсов и регулирование землепользования в Беларуси. - Минск: РУП «БелНИЦзем», 2013. – 528 с.
18. Почвы Республики Беларусь/ В.В.Лапа и др.; под ред. В.В.Лапы. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.
19. Природа Беларуси: энциклопедия. В 3-х томах/ редкол.: Т.В.Белова (и др.). – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П.Броўкі. – 2009 – 2010. – 464 с.

20. Природная среда Беларуси: монография / Под ред. В.Ф.Логинова; НАН Беларуси. ИПИПРЭ. Минск: НОООО «БИП-С», 2002. – 424 с.
21. Природно-хозяйственные регионы Беларуси: монография / под науч. ред. А.Н.Витченко. – Минск: БГПУ, 2005. -278 с.
22. Прогноз изменения окружающей природной среды Беларуси на 2010-2020 гг./ Под общ. ред. В.Ф.Логинова. – Мн., РУП «Минсктипроект», 2004. – 180 с.
23. Реймерс Н.Ф. Природопользование.– М.: Мысль, 1990.– 637 с.
24. Стратегия устойчивого развития Беларуси: экологический аспект / Е.А.Антипова (и др.). – Минск: ФУАинформ, 2014. – 336 с.
25. Струк М.И. Региональные особенности оптимизации окружающей среды Беларуси – Минск: БГУ, 2006.–194 с.
26. Устойчивое развитие территорий, пострадавших от чернобыльской катастрофы: опыт Союзного государства./ Под ред. С.Г.Стрельченко. – Минск: 2013. – 276 с.
27. Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск: Департамент по ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС МЧС РБ. 2011. – 90 с.
28. Шимова, О. С. Экономика природопользования: учебник / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский, О. Н. Лопачук. – Мн.: Белорус. гос. экон. ун-т, 2019. – 446 с.
29. Экология и конкурентоспособность экономики регионов / Э.В. Хоробрых [и др.] // НАН Беларуси, Ин-т экономики. – Мн.: Беларуская навука, 2018. – 212 с.

Статистические сборники

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2022. – 374 с.
2. Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник в 2-х т.: Т. 1: Социально-экономические показатели / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2022. – 728 с.
3. Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник в 2-х т.: Т. 2: Основные социально-экономические показатели городов и районов / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2022. – 581 с.
4. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – 202 с.

5. Состояние природной среды Беларуси: ежегодное информационно-аналитическое издание / В.М.Бурак [и др.]; под общ. ред. М.А. Ересько. – Минск: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2019. – 109 с.

4.2. Электронные ресурсы

1. Официальный сайт Европейской экономической комиссии ООН (UNECE) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.unece.org>

2. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by> Дата доступа: 01.06.2023;

3. Государственное предприятие “НПЦ по геологии” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.geologiya.by>. Дата доступа: 01.06.2023;

4. Институт природопользования НАН Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ecology.basnet.by>. Дата доступа: 01.06.2023;

5. ГОСКАРТГЕОЦЕНТР ГП «Белгеодезия» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://maps.by/https://geo.by/navigation/> – Дата доступа: 01.06.2023.

6. Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиационного загрязнения и мониторинга окружающей среды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/> – Дата доступа: 01.06.2023.

7. Центральный НИИ комплексного использования водных ресурсов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cricuwr.by> – Дата доступа: 01.06.2023.

8. УП Проектный институт «Белгипрозем» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.belgiprozem.by>. Дата доступа: 01.06.2023.

9. Геопортал земельных информационных систем Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gismap.by>. Дата доступа: 01.06.2023.

10. ГНПО “НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.biobel.by>. Дата доступа: 01.06.2023.

11. ГНУ “Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.botany.by>. Дата доступа: 01.06.2023.

12. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 01.06.2023.

4.3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЛАРУСИ»

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия		
1	2	3	4	5	6	7
1	Социально-экономическая и демографическая ситуация в Беларуси и геоэкологические проблемы.	6	4			
1.1.	Введение. Понятие геоэкологических проблем и идея устойчивого развития	2				Устный опрос.
1.2.	Оценка социально-экономической ситуации в Беларуси и ее влияние на геоэкологическое состояние окружающей среды.	2				Устный опрос.
1.3.	Оценка демографической ситуации в Бела-	2	4			Устный опрос, письменный от-

	руси и состояние здоровья населения. Динамика демографических показателей.					чет по расчетно-графической практической работе.
2	Региональные геоэкологические проблемы Республики Беларусь.	6			2	
2.1.	Проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды в результате аварии на ЧАЭС.	2			2	Устный опрос. Деловая игра. Оценка презентаций и выступлений
2.2.	Региональная проблема деградации болот Полесья.	2				Устный опрос
2.3.	Региональная проблема Солигорского горно-промышленного района.	2				Устный опрос, коллоквиум по региональным проблемам
3	Локальные геоэкологические проблемы Беларуси и проявление глобальных проблем.	16	10		4	
3.1.	Пространственно-временные особенности изменения климата Беларуси и проблема разрушения озонового слоя.	2			2	Устный опрос. Деловая игра. Оценка презентаций и выступлений
3.2.	Проблема локального загрязнения атмосферного воздуха.	2	4			Устный опрос, письменный отчет по расчетно-графической практической работе.
3.3.	Изменение стока рек и уровня воды в озерах, проблема загрязнения поверхностных и подземных вод.	2	2			Устный опрос, письменный отчет по расчетно-графической практической работе.
3.4.	Геоэкологические проблемы, связанные с добычей полезных ископаемых.	2				Устный опрос.

3.5.	Проблемы изменения структуры земельного фонда, деградации и загрязнения почв.	2	2			Устный опрос, письменный отчет по расчетно-графической практической работе.
3.6.	Проблемы использования и охраны растительности Беларуси.	2				Устный опрос.
3.7.	Геоэкологические проблемы использования и охраны животного мира, трансформации ландшафтов и создания экологической сети Беларуси.	2			2	Устный опрос. Эссе, презентация.
3.8.	Проблема накопления и утилизации промышленных и бытовых отходов и ее региональные особенности.	2	2			Устный опрос, письменный отчет по расчетно-графической практической работе.