



Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2018

УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73
Х69

Рецензенты: доц. каф. «Экология и энергоэффективность в техносфере»
БелГУТа канд. техн. наук, доц. *О. К. Новикова*;
доц. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *Т. В. Алферова*

Ходько, Е. М.
Х69 Основы экологии : учеб. пособие / Е. М. Ходько ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомель. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 111 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-535-375-2.

Учебное пособие предназначено для проведения практических занятий по основным темам дисциплины «Основы экологии». Каждая тема имеет следующее построение: цель работы, теоретическая часть, практическая часть с заданиями и методикой расчетов основных показателей, контрольные вопросы.

Для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения.

УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73

ISBN 978-985-535-375-2

© Ходько, Е. М., 2018
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2018

Предисловие

Стратегической целью устойчивого развития Республики Беларусь является обеспечение высоких жизненных стандартов населения и условий для гармоничного развития личности в рамках перехода к высокоэффективной экономике, основанной на знаниях и инновациях, при сохранении благоприятной окружающей среды для нынешних и будущих поколений. Важная роль в достижении поставленной цели принадлежит системе экологического образования. Данное учебное пособие предполагает изучение основных направлений государственной экологической политики: обеспечение экологической безопасности и сохранение благоприятной окружающей среды; рациональное использование природно-ресурсного потенциала; сохранение биологического и ландшафтного разнообразия; эффективное обращение с отходами.

На практических занятиях студенты самостоятельно анализируют современное состояние природно-ресурсного потенциала Беларуси с использованием данных статистических ежегодников; изучают основные направления государственной экологической политики в соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 г. (НСУР–2030); проводят расчет выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду; расчет экономической эффективности природоохранных мероприятий; предлагают мероприятия для повышения эффективности использования и охраны окружающей среды.

Для обеспечения участия каждого студента в практической работе преподаватель может разделять группы студентов на подгруппы, а также давать студентам индивидуальные задания в рамках данной темы. При выполнении практической работы каждый студент составляет письменный отчет. Работа считается выполненной и зачтенной только после ее защиты.

Практические занятия предполагают проведение контроля знаний в виде тестовых заданий по двум модулям изучаемой дисциплины «Теоретические основы экологии» и «Антропогенное воздействие на биосферу. Экологическая защита биосферы» с использованием технических средств обучения.

Главной задачей курса «Основы экологии» является формирование у студентов экологического мировоззрения, системного подхода в области рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности государства.

Раздел I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Глава 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИИ. БИОСФЕРА КАК ВЫСШИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ

Цели работы:

1. Изучить значение и особенности сохранения и устойчивого развития биоразнообразия в Беларуси.
2. Показать связь между устойчивым развитием биоразнообразия и антропогенным воздействием.
3. Изучить структуру Красной книги Республики Беларусь, ее значение в сохранении и устойчивом развитии биоразнообразия.
4. Дать характеристику некоторых видов животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Рекомендуемая литература

1. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: Н. М. Качановский (предисл.) ; М. Е. Никифоров [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с. : ил.

Теоретическая часть

Географическое положение Беларуси в пределах Восточно-Европейской равнины в лесной зоне на стыке таежной и широколиственной областей обусловило формирование на ее территории большого разнообразия природных ландшафтов.

Наиболее контрастное сочетание ландшафтов характерно для севера страны – Белорусского Поозерья, где расположены такие известные озерные группы, как Нарочанская, Браславская, Ушачская и др. Весьма типичны озерно-болотные комплексы, представленные, как правило, сочетанием уникальных ландшафтов верховых болот с озерами. Лесные сообщества представлены чаще всего еловыми и широколиственно-еловыми лесами.

Центральная, наиболее возвышенная часть Беларуси отличается сильнопересеченным рельефом с преимущественно супесчаными почвами и сосновыми, реже – широколиственно-еловыми лесами.

В восточной части Беларуси развиты лессовые ландшафты с типичным для них платообразным (на водоразделах) и волнисто-увалистым (вблизи речных долин) рельефом, с наличием овражно-балочных систем.

Характерная черта Полесья – широкие поймы рек с обилием старичных озер, заливные луга, сохранившиеся пойменные дубравы и открытые низинные болота.

Одним из направлений природоохранной деятельности является сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных и дикорастущих растений (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и животных, включенные в Красную книгу Республики Беларусь или охраняемые в соответствии с международными договорами Республики Беларусь [11], [13]

Живые организмы	Годы				
	2000	2005	2010	2014	2015
Растения, всего	214	274	274	303	303
В том числе:					
покрытосеменные	143	162	161	173	173
голосеменные	1	1	1	1	1
хвощи, плауны, папоротники	12	11	11	15	15
мхи	15	27	27	34	34
лишайники	17	24	24	25	25
водоросли	9	21	21	21	21
грибы	17	29	29	34	34
млекопитающие (звери)	14	17	17	20	20
птицы	75	72	71	70	70
рептилии	2	2	2	2	2
амфибии	1	2	2	2	2
рыбы	5	10	10	10	10

К редким и находящимся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь видам диких животных и дикорастущих растений относятся виды, в отношении которых имеются данные мониторинга животного и растительного мира, государственного кадастра животного мира и государственного кадастра растительного ми-

ра, научных и иных исследований, указывающие хотя бы на одно из следующих оснований:

- ежегодное в течение десяти лет или трех поколений сокращение их численности и (или) ареала;
- неблагоприятные изменения условий среды их обитания, произрастания;
- ограниченность распространения и малочисленность их популяций.

Правовые основы сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных и дикорастущих растений определены рядом документов: Положением о Красной книге Республики Беларусь, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 июня 2014 г. № 26, а также Законами Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды» (ст. 64); от 10 июля 2007 г. № 257-3 «О животном мире» (ст. 17); от 14 июня 2003 г. № 205-3 «О растительном мире» (ст. 24) и от 5 мая 1998 г. № 68-3 «Об объектах, находящихся только в собственности государства» (ст. 2 и 3).

Красная книга Республики Беларусь – это список редких и находящихся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь видов, в том числе подвидов, разновидностей диких животных и дикорастущих растений. Красная книга Республики Беларусь подлежит изданию не реже одного раза в десять лет.

Основой Красной книги Республики Беларусь является список редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных (202 вида, включая 87 насекомых и др.) и список редких и находящихся под угрозой исчезновения видов дикорастущих растений (303 вида). В Красной книге представлена информация о распространении, местах обитания и произрастания, биологии (в том числе краткое описание этих видов), численности и тенденциях ее изменения, об основных факторах угроз и мерах охраны, а также о категориях национальной природоохранной значимости. Все живые организмы, включенные в Красную книгу, подразделяются на четыре категории: I категория – находящиеся на грани исчезновения; II категория – исчезающие; III категория – уязвимые; IV категория – потенциально уязвимые.

Животный мир – один из важнейших биологических ресурсов, наше национальное и мировое достояние. Исключительно велико средообразующее значение диких животных, обеспечивающих плодородие почв, чистоту вод, опыление цветковых растений, трансформацию органического вещества в природных и антропогенных экосистемах. Все более значимой становится роль животных как индикатора

торов качества и динамики окружающей среды. Неоспоримо и их значение как источника эстетического и психоэмоционального климата, необходимого для нормального существования человека.

В целях обеспечения государственного контроля за содержанием в неволе диких животных, включенных в Красную книгу, с 2008 г. в Беларуси организована регистрация таких животных, находящихся во владении юридических и физических лиц.

Государственной программой развития охотничьего хозяйства предусмотрена разработка планов управления популяциями рыси европейской, бурого медведя и барсука, разработан план мероприятий по сохранению и рациональному использованию зубров.

В результате предпринимаемых мер по охране редких видов, а также усиления государственного контроля за соблюдением природоохранного законодательства за последние несколько лет наблюдаются положительные тенденции в изменении численности ряда видов, находящихся под угрозой исчезновения, восстанавливаются и расширяются естественные ареалы их обитания.

Для сохранения диких животных и дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу, проводится работа по инвентаризации, выявлению и передаче под охрану новых мест их обитания и произрастания.

С 1970-х гг. численность основных охотничьих видов утиных птиц начала стабилизироваться, а редких охраняемых видов и некоторых малопопулярных объектов охоты – даже возрастать. Основными причинами стабилизации считаются:

- развитие в Беларуси сети охраняемых водно-болотных территорий и усиление общих мер охраны птиц;
- улучшение системы ведения охотничьего хозяйства, регламентации сроков охоты и размеров добычи дичи;
- повышение степени адаптации птиц к хозяйственно изменяемой среде;
- расширение области зимовок водоплавающих птиц на территории страны, которое привело к быстрому возрастанию видового разнообразия зимующих птиц и их численности.

Среди растений и грибов, включенных в республиканскую Красную книгу, большинство составляют исключительно редкие и очень редкие виды, встречающиеся в небольшом количестве и/или на очень ограниченных площадях, вследствие чего в структуре биоразнообразия они являются наиболее уязвимыми компонентами с высокой степенью риска исчезновения под воздействием неблагоприятных

природных и антропогенных факторов. Одним из наиболее существенных факторов обеднения флоры Беларуси следует признать нарушение или уничтожение местообитаний растений в результате возрастающего пресса антропогенных воздействий. Вторым важным фактором – прямое уничтожение растений вследствие чрезмерной добычи. В то же время сукцессивная трансформация биоценозов может привести к созданию таких условий, при которых вид устраняется естественным путем. Многие редкие виды характерны для сообществ с разреженным травяным покровом, обладают пониженной конкурентной способностью и могут хорошо развиваться на антропогенно нарушенных участках, где снижена численность их конкурентов.

Таким образом, сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения представителей фауны и флоры Беларуси невозможно только путем занесения их в Красную книгу, но требует повышения результативности практической природоохранной деятельности в данной области. Наиболее значимыми в этом направлении являются:

- разработка планов действий по сохранению редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных или дикорастущих растений;
- передача под охрану мест обитания видов диких животных и дикорастущих растений;
- проведение периодических наблюдений за популяциями охраняемых видов и средой их обитания в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь.

Практическая часть

Задание 1.1. Изучить значение, особенности сохранения и устойчивого использования биоразнообразия в Республике Беларусь.

Проблема сохранения биологического разнообразия была четко сформулирована как глобальная экологическая проблема в начале 90-х гг. XX в. В Рио-де-Жанейро в 1992 г. состоялась Конференция ООН по окружающей среде и развитию, на которой обсуждались многие важные экологические проблемы, среди них – проблема сохранения биологического разнообразия. Результатом работы Конференции явилось подписание пяти документов. Итоговый документ «Повестка дня на XXI век» – программа работы на наступившее столетие, цель которой: «Разработать национальные стратегии по сохранению и рациональному использованию биологического разнообразия и сделать их частью общенациональных стратегий развития».

Биологическое разнообразие – это все проявления жизни на Земле от мельчайших одноклеточных и надклеточных организмов до высших растений, млекопитающих животных и человека. Биологическое разнообразие Республики Беларусь – это совокупность всех видов животных и растений, обитающих на территории страны. Биологическое разнообразие имеет решающее значение для устойчивого развития Республики Беларусь благодаря основным товарам, экосистемным функциям и услугам, которые оно предоставляет, и является неотъемлемой частью таких отраслей, от которых в значительной степени зависит жизнедеятельность населения страны (как сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство, туризм и др.). В Беларуси созданы условия для осуществления деятельности по охране биологического разнообразия. Важнейшими документами в этой области являются Стратегия по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2011–2020 гг. и Стратегия адаптации лесного хозяйства к изменению климата до 2050 г., НСУР–2030.

В соответствии с НСУР–2030 целями сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия являются:

– предотвращение сокращения численности и разнообразия видов диких животных, дикорастущих растений, экологических систем, природных ландшафтов и биотопов, восстановление численности редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных и дикорастущих растений, их популяций, генетического разнообразия и поддержание в объемах, обеспечивающих их устойчивое существование;

– пользование биологическим и ландшафтным разнообразием таким образом и такими темпами, которые не приведут в долгосрочной перспективе к их истощению и позволят сохранить способность удовлетворять экономические, эстетические и иные потребности нынешних и будущих поколений;

– поддержание воспроизводящих возможностей биосферы, обеспечение регионального и глобального экологического равновесия в условиях возможных климатических изменений.

Основные международные конвенции в области охраны биоразнообразия, к которым присоединилась Беларусь:

1. Конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 1992 г.; Беларусь ратифицировала в 1993 г.);

2. Конвенция по международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (Вашингтон, 1973 г.; Беларусь ратифицировала в 1994 г.);

3. Конвенция о защите мирового культурного и природного наследия (Париж, 1972 г.);

4. Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих видов птиц (Рамсар, 1971 г.; ратифицирована Беларусью в 1999 г.);

5. Конвенция об охране дикой флоры и фауны и природных сред обитания (Берн, 1979 г.).

Конвенция – это договор между несколькими странами, направленный на решение какой-либо конкретной проблемы, содержащий ясные цели и методы их достижения. Как правило, одна страна принимает особое участие в подготовке новой конвенции, однако другие заинтересованные страны также участвуют в доработке окончательного варианта и его подписании. Поэтому конвенции часто носят названия городов, где фактически они родились.

При присоединении государства к какой-либо конвенции оформляется документ о присоединении, подписанный главой государства (правительства) или министром иностранных дел, хранящийся впоследствии в Генеральном секретариате ООН.

Используя изученный материал, заполните табл. 1.2.

Таблица 1.2

Сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия

Основные понятия, их определение	Документы по сохранению и устойчивому развитию биоразнообразия	Ваши рекомендации по сохранению биоразнообразия
Биоразнообразие – ...		
Конвенции – ...		

Задание 1.2. Изучить структуру Красной книги Республики Беларусь. Дать характеристику некоторых видов животных, включенных в Красную книгу.

Охарактеризовать по одному виду живых организмов, относящихся к различным категориям, заполнив табл. 1.3.

Таблица 1.3

Характеристика некоторых охраняемых представителей фауны на территории Беларуси

Название вида	Номер категории	Распространение	Численность и тенденции ее изменения	Факторы угрозы	Меры охраны
Млекопитающие					
Птицы					

Название вида	Номер категории	Распространение	Численность и тенденции ее изменения	Факторы угрозы	Меры охраны
Амфибии и рептилии					
Рыбы					
Насекомые					
Пиявки, ракообразные, двустворчатые моллюски					

Контрольные вопросы

1. Почему сохранению биологического разнообразия уделяют так много внимания?
2. Какие документы способствуют сохранению биологического разнообразия на планете Земля?
3. Какими документами определены правовые основы сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных и дикорастущих растений в Республике Беларусь?
4. Какие виды живых организмов относят к редким и находящимся под угрозой исчезновения на территории Беларуси?
5. Что представляет собой Красная книга Республики Беларусь?
6. Какова структура Красной книги Республики Беларусь?
7. Какие категории национальной природоохранной значимости представлены в Красной книге Республики Беларусь?
8. Какие меры предпринимаются по охране редких животных и растений?

Глава 2. ПОНЯТИЕ О ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ ОБИТАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Цели работы:

1. Изучить структуру земельного фонда Республики Беларусь и его использование по видам земель.
2. Изучить добычу воды из природных источников в Беларуси и ее использование по отраслям экономической деятельности и в расчете на душу населения.
3. Изучить динамику выбросов и использования загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников.

Теоретическая часть

Природные ресурсы – это тела и силы природы, которые при данном уровне развития производительных сил могут быть использованы в качестве предметов потребления (питьевая вода, промысловые животные, рыба и т. п.) или средств производства, составляя его сырьевую и энергетическую базу. Природные ресурсы – это естественная база развития экономики страны, поэтому весьма существенной является экономическая оценка всего комплекса природных ресурсов, которая позволяет выявить *ресурсообеспеченность территории* и определить практические меры по обеспечению ее недостающими ресурсами на перспективу. С этих позиций важным является показатель «природно-ресурсный потенциал территории».

Под природно-ресурсным потенциалом понимают совокупность природных ресурсов региона, которые используются или могут быть использованы в хозяйстве с учетом тенденций научно-технического прогресса.

Экологическая политика, проводимая на государственном уровне, становится в настоящее время ключевым элементом устойчивого развития Республики Беларусь.

Стратегическая цель государственной политики Беларуси в области охраны окружающей среды состоит в обеспечении экологически благоприятных условий для жизнедеятельности общества и граждан.

Критериями эффективности природоохранной политики государства выступают:

- 1) затраты на охрану окружающей среды, % к ВВП (в 2015 г. – 1,2–1,3 %; прогнозные в 2030 г. – 2,0–3,0 %);

2) международный рейтинг Беларуси по индексу экологической эффективности (в 2015 г. – 32 место; прогнозный в 2030 г. – 25 место).

Основные направления экологической политики государства:

– обеспечение экологической безопасности и сохранение благоприятной окружающей среды;

– рациональное использование природно-ресурсного потенциала;

– сохранение биологического и ландшафтного разнообразия;

– эффективное обращение с отходами.

Земли являются национальным богатством Беларуси и одним из основных природных ресурсов, обеспечивающих основу устойчивого развития страны. Площадь земельных ресурсов Беларуси составляет 20760 тыс. га (табл. 2.1). Земля создает основу для ведения сельского и лесного хозяйства, городской и сельской застройки, размещения промышленных и коммунальных объектов, транспортных коммуникаций и другой деятельности.

За период 2005–2015 гг. в структуре земельного фонда произошли существенные изменения. Наблюдалась устойчивая тенденция к сокращению сельскохозяйственных земель, площадь которых уменьшилась на 4,2 %, и увеличению земель под лесами и древесно-кустарниковой растительностью, площадь которых возросла на 6,0 %. К 2015 г. значительно сократилась площадь нарушенных, неиспользуемых и иных земель на 21,2 % к уровню 2005 г.

Нарушенные земли – земли, утратившие свои природно-исторические признаки, состояние и характер использования в результате вредного антропогенного воздействия и находящиеся в состоянии, исключающем их эффективное использование.

Для экологически обоснованного, сбалансированного использования и охраны земель в стране проводится формирование оптимальной структуры землепользования, минимизация негативного воздействия на земли разноплановой хозяйственной деятельности. Важнейшими направлениями организации рационального использования земель являются: вывод из оборота малопродуктивных, заболочиваемых сельскохозяйственных земель; восстановление мелиорированных земель; осуществление лесо- и гидромелиоративных противозерозионных мероприятий по восстановлению эродированных земель и др.

Существенное влияние на структуру земельного фонда страны продолжают оказывать последствия на Чернобыльской АЭС, на 1 января 2015 г. из народнохозяйственного оборота выведено 246,7 тыс. га загрязненных радионуклидами земель (1,2 % от общей площади страны).

Из выведенных площадей 41,8 % относится к землям лесохозяйственных организаций; 37,9 % – к землям организаций природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения; 16,3 % – к землям сельскохозяйственных организаций и крестьянских хозяйств; 4,0 % – к землям, не предоставленным во владение и не переданным в собственность.

Водные ресурсы Беларуси достаточны для удовлетворения современных и перспективных потребностей. Согласно индексу эксплуатации водных ресурсов в Беларуси (2,8–3,0 %), суммарный забор воды для всех отраслей хозяйственной деятельности не оказывает существенного давления на имеющиеся в стране водные ресурсы.

Индекс эксплуатации водных ресурсов – отношение общего годового объема водозабора к среднемуголетнему годовому объему возобновляемых ресурсов пресных вод.

Добыча воды из природных источников для использования – объем воды, добытой из водных объектов и подземных источников с целью дальнейшего ее использования на различные нужды.

Использование воды – объем воды, добытой из природных источников или полученной из системы водоснабжения других водопользователей, используемой для удовлетворения различных нужд организации. В объем использования воды не включаются объемы воды в системах оборотного и повторного водоснабжения, транзитная и карьерная вода, а также повторно используемая сточная вода.

Сокращение количества забираемой воды устойчиво прослеживается на протяжении 2000–2015 гг. (табл. 2.2). По отношению к 2000 г. общий забор в 2015 г. снизился более чем на 24 %. В структуре общего водозабора на долю подземных вод во все рассматриваемые годы приходилось более 50 % (55,2–59,0 %).

Наряду с уменьшением количества забранной воды в целом отмечается уменьшение показателя потребления воды на душу населения. Снижение бытового потребления воды стало возможным в связи с внедрением приборного учета воды, использованной в жилом секторе городов, а также мерами, направленными на развитие водосбережения в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха является транспорт, выбросы которого составляют 801–953 тыс. т в год (Приложение, табл. П.1.1). Выбросы загрязняющих веществ (ЗВ), отходящие от стационарных источников, составляют 3131–3645 тыс. т в год, основная часть которых (87–89 %) улавливается и обезвреживается газоочистными установками (табл. 2.3).

Стационарные источники выбросов – источники выбросов, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно. Стационарные источники выбросов подразделяются на организованные и неорганизованные источники выбросов.

К организованным стационарным источникам выбросов относятся источники выбросов, оборудованные устройствами, посредством которых производится локализация поступления ЗВ в атмосферный воздух от источников выделения ЗВ.

К неорганизованным стационарным источникам выбросов относятся источники выбросов, не оборудованные устройствами, посредством которых производится локализация поступления ЗВ в атмосферный воздух от источников выделения ЗВ.

За пятнадцатилетний период (2000–2015 гг.) выбросы ЗВ от стационарных источников возросли на 18 %, что связано с ростом стационарных источников выбросов на 3583 единицы и одновременно снижением количества организованных стационарных источников, оснащенных установками очистки.

Приоритетными направлениями обеспечения экологической устойчивости и рационального использования природно-ресурсного потенциала Беларуси являются:

– расширение возможностей для участия граждан, общественных объединений, бизнес-сообщества в формировании и реализации государственной экологической политики;

– повышение уровня компетентности управленческих кадров, принимающих решения в области природопользования;

– улучшение правовых, организационно-экономических и информационных условий для экологически безопасного производства товаров, а также их ресурсосберегающего потребления;

– стимулирование внедрения технологических и организационно-управленческих инноваций, способствующих снижению использования токсичных материалов в технологических процессах, ресурсоемкости производства и продукции;

– внедрение на предприятиях страны комплексных природоохранных разрешений, экологической сертификации, экологической маркировки продукции;

– развитие национальной системы мониторинга и контроля в области охраны окружающей среды, направленных на предупреждение загрязнений или иных негативных последствий вместо нейтрализации их последствий;

- внедрение механизмов платежей за экосистемные услуги;
- расширение международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности путем присоединения и ратификации актуальных для республики международных договоров и соглашений;
- внедрение международных экологических стандартов;
- проведение экологической сертификации объектов в соответствии с международными стандартами.

Практическая часть

Задание 2.1. Проанализировать структуру земельного фонда Республики Беларусь (табл. 2.1), рассчитав ее изменение по видам земель. Объяснить динамику полученных показателей.

Таблица 2.1

**Структура земельного фонда Беларуси по видам земель
в 2005, 2010, 2015 гг. [16], [17]**

Вид земель	Площадь, тыс. га				
	2005 г.	2010 г.	2015 г.	в 2010 г. +/- по сравнению с 2005 г.	в 2015 г. +/- по сравнению с 2010 г.
Сельскохозяйственные	9011,7	8897,5	8632,3		
Лесные земли и земли под древесно-кустарниковой растительностью	8892,3	9107,3	9423,4		
Земли под болотами	900,1	873,0	846,7		
Земли под водными объектами	476,7	469,8	462,7		
Земли под дорогами и транспортными путями	364,4	392,1	387,5		
Земли под застройкой	323,9	344,0	350,6		
Земли под улицами, площадями и иными местами общего пользования	148,3	147,0	150,3		
Нарушенные, неиспользуемые и иные земли	642,6	529,3	506,5		
Всего земель (территория)	20760	20760	20760		

Задание 2.2. Выполнять на основании данных статистических ежегодников.

Охарактеризовать:

– динамику забора воды из природных объектов и подземных источников (табл. 2.2);

– динамику использования воды по видам экономической деятельности;

– динамику бытового водопотребления в расчете на душу населения. Объяснить причины снижения использования воды населением.

Рассчитать индекс эксплуатации водных ресурсов в 2014 г., если известно, что объем водного стока поверхностных водных ресурсов Беларуси в этом году составил 40900 млн м³ (71% от среднемноголетней величины). Сделать вывод о нагрузке хозяйственной деятельности на водные ресурсы на национальном уровне.

Таблица 2.2

Динамика объемов добычи и использования воды в Беларуси в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг., млн м³ [11]–[13]

Показатель	2000	2005	2010	2014	2015
Добыча воды из природных источников					
Всего в Беларуси	1837	1706	1548	1510	1396
В том числе: из подземных источников	1082	1012	854	843	824
Использование воды по отраслям экономической деятельности					
Всего в Беларуси	1700	1600	1359	1371	1270
В том числе на нужды:					
производственные	758	723	393	405	389
прудовое хозяйство	–	–	357	378	293
хозяйственно-питьевые	782	750	495	473	474
сельскохозяйственные (орошение и водоснабжение)	160	127	114	115	114
Потери при транспортировке					
Всего в Беларуси	117	101	102	82	78

Объем оборотного и повторного водоснабжения на производствах					
Показатель	2000	2005	2010	2014	2015
Всего в Беларуси	6155	6369	6385	5804	5414
В процентах от общего использования на производственные нужды	89	90	94	93	93
Использование воды на хозяйственно-питьевые нужды в расчете на 1 жителя, м³					
Республика Беларусь	78	78	52	50	50

Методика расчета

Индекс эксплуатации водных ресурсов (ИЭВР) рассчитывается как отношение общего годового объема водозабора к среднему-годовому годовому объему возобновляемых ресурсов пресных вод. Расчет ИЭВР позволяет получить представление о нагрузке на водные ресурсы на национальном и региональном уровнях со стороны хозяйственной деятельности человека.

Пороговое значение ИЭВР, являющееся основой для сопоставления различных стран и регионов с ненапряженным и напряженным водным режимом, составляет около 20 %.

Высокая напряженность отмечается в тех случаях, когда ИЭВР превышает 40 %.

Задание 2.3. Выполнять на основании данных статистических ежегодников.

Проанализировать:

– основные показатели, характеризующие выброс загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу от стационарных источников, заполнив недостающие данные табл. 2.3;

– использование ЗВ, уловленных газоочистными установками.

Сделать вывод об эффективности работы пылегазоочистного оборудования. Ваши предложения по проведению природоохранных мероприятий представить.

Таблица 2.3

**Динамика выбросов загрязняющих веществ,
отходящих от стационарных источников, и их использование
в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг. [11]–[13]**

Показатели	2000	2005	2010	2014	2015
Количество стационарных источников выбросов загрязняющих веществ					
Всего в Беларуси, единиц	129429	146274	128523	132282	133012
В том числе:					
организованные источники выбросов, единиц	118512	131787	113540	110270	107272
Организованные источники, оснащенные установками очистки					
Всего, единиц	18233	16740	13286	14023	13641
В процентах к общему количеству организованных источников выбросов	15,4	12,7	11,7	12,7	12,7
Количество ЗВ, отходящих от стационарных источников, тыс. т	3131	3306	3240	4108	3645
Уловлено и обезврежено ЗВ, тыс. т	2743	2902	2863	3646	3187
В процентах к общему объему выбросов, %	88	88	88	89	87
Использовано ЗВ, уловленных газоочистными установками, тыс. т	2514,1	2632,3	2636,6	3386,0	2850,8
В процентах к общему объему уловленных, %	91,7	90,7	92,1	92,9	89,5
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, тыс. т					

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «природные ресурсы».
2. Какова стратегическая цель государственной политики Беларуси в области охраны окружающей среды и использования природно-ресурсного потенциала?
3. Назовите основные критерии эффективности природоохранной политики. Каковы их достигнутые результаты и прогнозы?

4. Дайте характеристику использования земельного фонда Беларуси. С чем связаны изменения, происходящие в структуре землепользования?

5. Как происходит изъятие воды из природных источников в Республике Беларусь?

6. Как используются водные ресурсы Беларуси по видам экономической деятельности?

7. Что такое индекс эксплуатации водных ресурсов? Дайте характеристику ИЭВР в Республике Беларусь.

8. Дайте характеристику бытового водопотребления в Беларуси. Каковы тенденции водопотребления в стране?

9. Назовите пути обеспечения экологической устойчивости и сохранения природно-ресурсного потенциала Беларуси.

Глава 3. ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ КОНЦЕПЦИЯ

Цели работы:

1. Изучить систему особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь.
2. Изучить основные направления сохранения и устойчивого использования биологического и ландшафтного разнообразия в Беларуси.
3. Изучить классификацию особо охраняемых природных территорий Беларуси.
4. Охарактеризовать основные особо охраняемые природные территории Республики Беларусь.
5. Рассмотреть особенности и значение формирования национальной экологической сети в Республике Беларусь.

Рекомендуемая литература

1. Об особо охраняемых природных территориях : Закон Респ. Беларусь от 23.05.2000 г.
2. Карта особо охраняемых природных территорий Беларуси.
3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г.

Теоретическая часть

Раздел экологии, изучающий популяции, носит название *популяционной экологии* или *демэкологии*. Основным объектом исследования в популяционной экологии являются популяции животных или растений в естественных природных условиях.

В природе популяции разных видов объединяются в системы более высокого ранга – сообщества.

Сообщество (биотическое) – это совокупность популяций, населяющих определенную территорию. Сообщества организмов связаны с неорганической природой энергетическими связями. Наименьшей единицей, к которой может быть применен термин «сообщество», является биоценоз.

Организованная группа взаимосвязанных популяций растений, животных, грибов и микроорганизмов, живущих совместно в практически одних и тех же условиях среды, называется *биоценозом*.

Биоценозы являются высшей формой существования организмов. Для биоценозов характерны относительно устойчивый состав фауны и флоры, они обладают типичным набором живых организмов, которые сохраняют свои основные признаки во времени и в пространстве. Биоценозы, как и популяции – это надорганизменный уровень организации жизни, но более высокого порядка. Видовая структура биоценоза характеризуется видовым разнообразием и количественным соотношением видов, зависящих от ряда факторов (пищевые ресурсы, температура, влажность и т. д.).

Видовое разнообразие является основой биологического разнообразия в живой природе. Благодаря биоразнообразию, повышается эффективность функционирования систем. При возрастании видового разнообразия снижается уровень доминирования, увеличивается выравненность, становятся длиннее трофические цепи, усложняется структура сообщества.

Одной из сложных проблем современности является проблема сохранения биоразнообразия. Утрата разнообразия происходит по многим причинам и, прежде всего, в связи с хозяйственной деятельностью человека.

В сохранении биологического и ландшафтного разнообразия в Беларуси, формировании благоприятной окружающей среды главная роль принадлежит особо охраняемым природным территориям (ООПТ).

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях» **особо охраняемые природные территории** – это участки земли с уникальными, эталонными или иными ценными природными комплексами и объектами, имеющими особое экологическое, научное, историко-культурное, эстетическое и иное значение, изъятые полностью или частично из хозяйственного оборота, в отношении которых установлен особый режим охраны и использования.

К настоящему времени сложились различные формы ООПТ. По своим функциям и режимам охраны эти территории подразделяются на следующие категории: заповедник; национальный парк; заказник; памятник природы.

В систему особо охраняемых природных территорий страны включены Березинский биосферный заповедник, 4 Национальных парка («Беловежская пуца», «Браславские озера», «Нарочанский» и «Припятский») и 98 заказников республиканского значения, а также

275 заказников местного значения, 319 памятников природы республиканского и 568 памятников природы местного значения (рис. 3.1). С целью ограничения доступа граждан на территории зон радиоактивного загрязнения в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС в 1988 г. в Беларуси основан Полесский государственный радиационно-экологический заповедник.

Общая площадь ООПТ в 2015 г. составила 1825,6 тыс. га (8,8 % от площади страны). Как и в прошлые годы, в 2015 г. приоритетной категорией ООПТ являются заказники республиканского значения, на их долю приходится 51,7 % от общей площади ООПТ (табл. 3.1).

В общей площади территории Беларуси наиболее значительная площадь ООПТ сосредоточена в пределах Брестской области (14,2 %); наименьшая – в Могилевской области (4,4 %) (рис. 3.2).

К 2020 г. в стране должна быть сформирована национальная экологическая сеть, которая призвана обеспечивать сохранение естественных экосистем, биологического и ландшафтного разнообразия.

В целях оптимизации системы ООПТ Республики Беларусь, обеспечивающей сохранение естественных экологических систем, биологического и ландшафтного разнообразия и устойчивого использования его компонентов, в 2014 г. утверждены Национальная стратегия развития системы особо охраняемых природных территорий до 2030 г. и схема рационального размещения ООПТ республиканского значения до 2025 г.

Согласно Национальной стратегии, система ООПТ призвана выполнять следующие функции:

- сохранение биологического разнообразия, в том числе генетического фонда;
- сохранение качества пресной воды и атмосферного воздуха;
- адаптация к глобальному изменению климата, в том числе предотвращение неблагоприятных климатических явлений (паводков и наводнений, пожаров);
- поглощение диоксида углерода (в основном болотными и лесными экологическими системами);
- сохранение природного и культурного наследия.

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 четырнадцать заказников («Ель-

ня», «Споровский», «Средняя Припять», «Званец», «Ольманские болота», «Освейский», «Котра», «Простырь», «Выгонощанское», «Морочно», «Острова Дулебы», «Заозерье», «Козьянский», «Выдрица») и Национальный парк «Припятский».

Обращается также внимание на недостаточное развитие на особо охраняемых природных территориях экологического туризма.

В документе отмечено, что система ООПТ является необходимым условием устойчивого развития и экологической безопасности Беларуси.

Практическая часть

Задание 3.1. Выполнять на основании данных статистических ежегодников.

Изучить:

– систему особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь (рис. 3.1);

– особо охраняемые территории по областям (рис. 3.2).

Проанализировать:

– структуру и тенденции изменения ООПТ Беларуси в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг. (табл. 3.1);

– структуру ООПТ в Беларуси в 2015 г.

Охарактеризовать:

– динамику изменения площадей различных категорий ООПТ;

– динамику изменения общей площади ООПТ от площади территории страны.

Начертить рисунок «Структура ООПТ в Беларуси в 2015 г.».

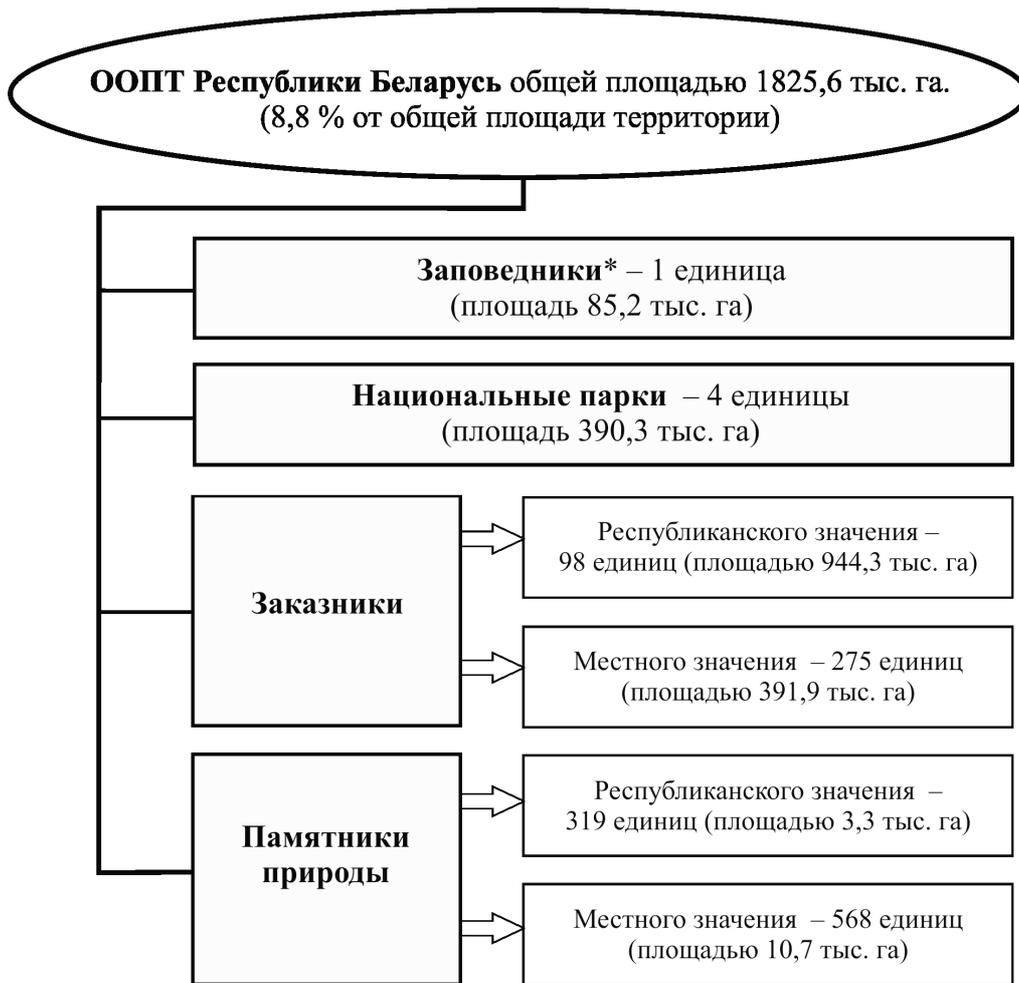


Рис. 3.1. Система ООПТ Республики Беларусь в 2015 г. [13]
*Без Полесского радиационно-экологического заповедника.

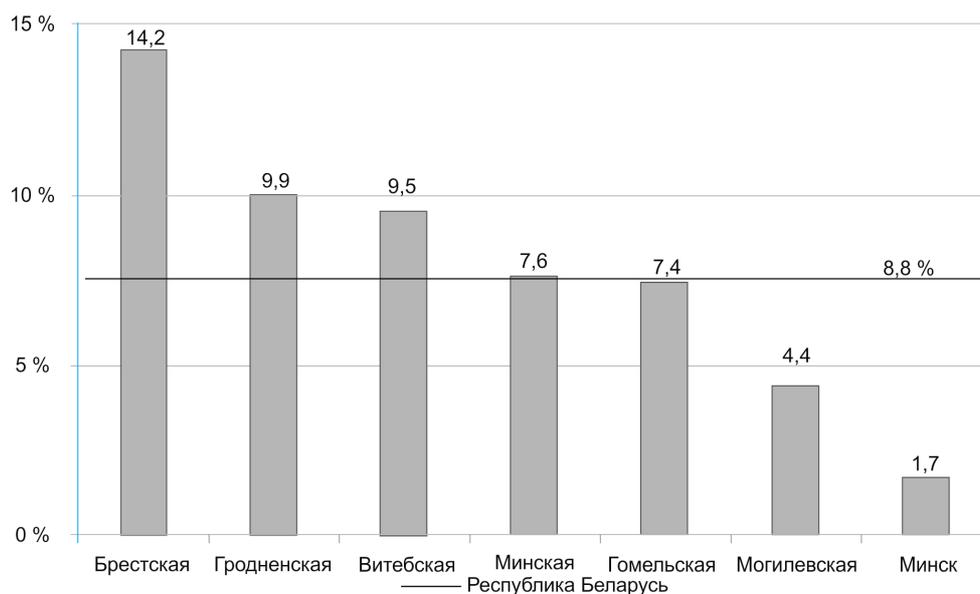


Рис. 3.2. Доля особо охраняемых территорий в общей площади территории Беларуси, областей и г. Минска в 2015 г., в процентах [13]

Таблица 3.1

**Особо охраняемые территории Беларуси
в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг. [11], [13]**

Категория ООПТ	Количество				Площадь, тыс. га				Процент от общей площади Беларуси			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
Заповедник*, националь- ные парки	5	5	5	5	480,1	4801	480,9	475,4	2,3	2,3	2,3	2,3
Заказники	–	527	438	373	–	1231,3	1099,8	1336,2	–	5,9	5,3	6,4
В том числе:												
Республи- канского значения	–	99	85	98	–	936,3	842,9	944,3	–	4,5	4,1	4,6
Местного значения	–	428	353	275	–	295,0	256,9	391,9	–	1,4	1,2	1,9
Памятники природы	–	913	853	887	–	16,6	14,4	14,0	–	1	0,1	0,1
В том числе:												
Республи- канского значения	–	337	306	319	–	–	–	3,3	–	–	–	0,1
Местного значения	–	576	547	568	–	–	–	10,7	–	–	–	0,1
<i>Всего</i>	–	1445	1296	1265	1577,8	1675,5	1595,1	1825,6	7,6	8,0	7,7	8,8

*Без Полесского радиационно-экологического заповедника.

Задание 3.2. Выполнять на основании НСУР–2030: гл. 6 «Сохранение природного потенциала для будущих поколений и улучшение окружающей среды», п. 6.3 «Сохранение и устойчивое использование биологического и ландшафтного разнообразия».

Изучить основные направления и целевые показатели экологической политики государства в области сохранения биологического и ландшафтного разнообразия в Беларуси.

Результаты исследований представить по предложенной форме; заполнить табл. 3.2.

Устойчивое развитие биологического и ландшафтного разнообразия в Республики Беларусь на период до 2030 г.

Цели в области сохранения биологического и ландшафтного разнообразия –

Таблица 3.2

Направления деятельности в области устойчивого развития биологического и ландшафтного разнообразия

Составляющие экологической политики	Приоритетные направления	
	На период до 2020 г.	На период до 2030 г.
Приоритетные направления		
Целевой ориентир: удельный вес площади ООПТ (в общей площади территории страны)		

Задание 3.3. Изучить отличительные особенности различных форм ООПТ и их роль в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия. Результаты исследований занести в табл. 3.3. Выполнять на основании Закона Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях» от 23.05.2000 г.

Таблица 3.3

Категории и виды особо охраняемых природных территорий

Номер	Показатели (статья настоящего Закона)	Характеристика
1. Заповедники		
1	Цель объявления территории ООПТ (ст. 18)	
2	Задачи ООПТ (ст. 21)	
3	Направления режима охраны (ст. 22)	
4	Зонирование (ст. 20)	
2. Национальные парки		
1	Цель объявления территории ООПТ (ст. 23)	
2	Задачи ООПТ (ст. 26)	
3	Направления режима охраны (ст. 27)	
4	Зонирование (ст. 27)	

Номер	Показатели (статья настоящего Закона)	Характеристика
3. Заказники		
1	Цель объявления территории ООПТ (ст. 29)	
2	Задачи ООПТ (ст. 33)	
3	Направления режима охраны (ст. 34)	
4	Зонирование (ст. 34)	
5	Виды заказников (ст. 30)	
4. Памятники природы		
1	Цель объявления территории ООПТ (ст. 35)	
2	Задачи ООПТ (ст. 39)	
3	Направления режима охраны (ст. 40)	
4	Зонирование	
5	Виды памятников природы (ст. 36)	

Задание 3.4. Охарактеризовать основные особо охраняемые природные территории Республики Беларусь.

В настоящее время в Беларуси создано 2 заповедника – «Березинский биосферный заповедник», «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»; 4 Национальных парка – «Беловежская пуща», «Припятский», «Браславские озера», «Нарочанский»; заказники и памятники природы республиканского и местного значения.

Основные сведения о заповедниках:

1. Березинский биосферный. Площадь – 85,2 тыс. га; год основания – 1925; местонахождение – Витебская и Минская области. Назначение: сохранение в естественном состоянии эталонных и иных ценных природных комплексов и объектов, изучение животного и растительного мира, типичных и уникальных экосистем и ландшафтов, характерных для зоны смешанных лесов Восточной Европы, создание условий для обеспечения сохранения природных процессов.

Отличительной чертой заповедника является уникальный комплекс лесных (89 %) и водно-болотных экосистем (более 50 %), почти полностью сохранивших свой естественный облик. Кроме реки Березины, которая протекает по заповеднику на протяжении 110 км, есть много больших и малых озер. В заповеднике обитает множество видов растений и животных, часть из которых занесена в Красную книгу Беларуси (более 80 видов растений и более 100 видов животных). Первоначально заповедник создавался для охраны бобров и птиц.

Входит во всемирную сеть биосферных заповедников ЮНЕСКО. Особенностью биосферных заповедников является тот факт, что научные исследования, наблюдения за состоянием окружающей природной среды осуществляются на международном уровне.

2. *Полесский государственный радиационно-экологический*. Площадь – 216,1 тыс. га; год основания – 1988; местонахождение – Гомельская область. Назначение: ограничение доступа граждан на территории зон радиоактивного загрязнения в результате катастрофы на ЧАЭС, с которых эвакуировано и отселено население; обеспечение радиационной защиты населения; предотвращение распространения радионуклидов; осуществление радиационного мониторинга; проведение радиоэкологических исследований; изучение естественного течения природных процессов, характерных для Припятского Полесья.

Отличительными особенностями заповедника являются наличие высоких уровней загрязнения природной среды радионуклидами в результате катастрофы на ЧАЭС, восстановление естественного состояния биогеоценозов в связи со снятием антропогенной нагрузки. Более 50 % территории заповедника покрыто лесами, непокрытые лесом земли (38 %) – в основном бывшие сельхозугодья. В заповеднике осуществляется разработка методов реабилитации загрязненных радионуклидами территорий.

Основные сведения о национальных парках:

1. *Беловежская пуща*. Площадь – 150,1 тыс. га; год основания – 1939; местонахождение – Брестская и Гродненская области. Назначение: сохранение в естественном состоянии и комплексное изучение эталонных и уникальных объектов, биологического и ландшафтного разнообразия территории; восстановление нарушенных природных комплексов и объектов, имеющих особую экологическую, историко-культурную и эстетическую ценность.

Отличительными особенностями этого национального парка являются уникальные и крупнейшие массивы древних лесов (86 % территории). В пуще зарегистрированы более одной тысячи деревьев-великанов (дубы 400–600-летние, 250–350-летние ясени и сосны, 200–250-летние ели). Здесь обитает самая крупная в мире популяция зубров.

С 1992 г. Беловежский национальный парк Беларуси решением ЮНЕСКО включен в Список всемирного наследия.

2. *Припятский*. Площадь – 88,6 тыс. га; год основания – 1969; местонахождение – Гомельская область. Назначение: сохранение при-

родного комплекса долины реки Припять как эталона природных ландшафтов, хранилища генетического фонда растительного и животного мира Белорусского Полесья и изучение на его базе изменений в природе в связи с осушением земель Полесской низменности.

Отличительными особенностями данного национального парка являются живописные леса (около 95 % площади парка). В основном это сосняки и дубравы. Местность характеризуется высокой заболоченностью, в период паводков может заливаться до 70 % территории. Пойма Припяти – крупнейшее миграционное русло перелетных птиц в Европе. Здесь обитает 256 видов пернатых (79 % орнитофауны всей страны), из них 65 видов занесены в Красную книгу Беларуси. Национальный парк «Припятский» имеет международный статус ключевой орнитологической территории.

3. *Браславские озера*. Площадь – 645 тыс. га; год основания – 1995; местонахождение – Витебская область. Назначение: сохранение природного комплекса Браславской группы озер как эталона природных ландшафтов, хранилища генетического фонда растительного и животного мира Белорусского Поозерья.

Отличительными особенностями этого национального парка является группа Браславских озер, которые соединены между собой маленькими речушками, ручьями и протоками со значительными прилегающими болотными и лесными массивами. В границах национального парка находится ряд интересных памятников природы: это отдельные ярко выраженные ледниковые формы рельефа, большие валуны, острова на озерах, группы редких деревьев.

4. *Нарочанский*. Площадь – 87,1 тыс. га; год основания – 1999; местонахождение: Минская, Витебская, Гродненская области. Назначение: сохранение уникальных природных комплексов, объединенных озером Нарочь, как эталона природных ландшафтов, хранилища генетического растительного и животного мира Белорусского Поозерья.

Отличительными особенностями национального парка является комплекс озер. Всего на территории расположено три группы озер: Болдукская, Нарочанская и Мядельская. Заглавное место в Нарочанской группе озер занимает озеро Нарочь, которое является самым крупным естественным водохранилищем в Беларуси. Озера окружены нетронутыми лесами с редкими видами животных.

Изучить имеющуюся информацию и занести в табл. 3.4. недостающие сведения. Определить категорию каждой предлагаемой особо охраняемой территории.

Характеристика особо охраняемых природных территорий

Наименование ООПТ	Характеристика территории	Категория ООПТ
1. Березинский биосферный		
2. Полесский государственный радиационно-экологический		
3. Беловежская пуща		
4. Припятский		
5. Браславские озера		
6. Нарочанский		
7. Парк Гомельского дворцово-паркового ансамбля	Один из красивейших пейзажных парков, Дворцово-парковый комплекс в Гомеле является одной из жемчужин белорусской земли. Расположен на обрывистом берегу реки Сож и оврагах Киевский спуск и Гомеюк (сейчас Лебяжий пруд). Создавался в период с 1777 г. до середины XIX в. известными личностями, государственными и военными деятелями Российской империи Румянцевыми и Паскевичами. Сегодня является ботаническим памятником природы республиканского значения. Объекты парка: Дворец Румянцевых и Паскевичей, часовня-усыпальница князей Паскевичей, здание «Зимний сад», башня обозрения, Лебяжий пруд	
8. Дубы черешчатые: «Буда-Кошелевский-1», «Буда-Кошелевский-2»	Два дуба черешчатых произрастают недалеко от деревни Потаповка Буда-Кошелевского опытного лесхоза Гомельской области. Дубы высотой более 40 м, в диаметре более 2 м, возраст – 300–350 лет	
9. Валун «Камень Филаретов»	Самый крупный валун Брестской области. Находится в 0,95 км на северо-западе от деревни Карчево Барановичского района. Его длина – 4,1 м, ширина – 1,9 м, высота – 3,0 м	

Наименование ООПТ	Характеристика территории	Категория ООПТ
10. Мозырьские овраги	Республиканский ландшафтный заказник, представляет собой систему возвышенностей с крутыми склонами, покрытыми густой растительностью. Уникальность данного заказника заключается еще и в том, что он почти полностью находится в черте Мозыря, по дну некоторых оврагов проходят улицы, что придает участку городской застройки особую живописность	
11. Ельня	Самый крупный в Беларуси озерно-болотный комплекс площадью 25301 га, на территории которого насчитывается более 100 озер. Находится в Миорском и Шарковщинском районах Витебской области. Представляет настоящий «птичий дом»: здесь сосредоточено 98 видов птиц. Ландшафтный заказник республиканского значения «Ельня» является Рамсарским угодьем	

Задание 3.5. Изучить особенности формирования в Республике Беларусь национальной экологической сети.

Национальная экологическая сеть призвана обеспечить сохранение биологического и ландшафтного разнообразия Беларуси.

Формирование и функционирование национальной экологической сети осуществляется с учетом водосборов (бассейнов водных объектов), требований по формированию и функционированию экологических сетей, установленных международными договорами страны, и в соответствии со схемой национальной экологической сети.

Национальная экологическая сеть состоит из следующих элементов: ядра экологической сети, экологические коридоры и охранные зоны.

Ключевые элементы экологической сети – ядра. В зоны ядра включаются отдельные ООПТ (их части) и природные территории, подлежащие специальной охране, обеспечивающие сохранение естественных экосистем, биологического и ландшафтного разнообразия.

В экологические коридоры включаются отдельные природные территории, обеспечивающие связь между зонами ядра. В экологиче-

ские коридоры могут включаться отдельные особо охраняемые территории (их части), если они имеют значение для расселения и миграции диких животных.

Третий элемент – охранные зоны – включает отдельные природные территории, подлежащие специальной охране, но не включенные в зоны ядра и экологические коридоры. Основная функция охранных зон – обеспечить предотвращение или смягчение вредных воздействий на природные комплексы и объекты, расположенные в зонах ядра и экологических коридорах.

Размещение основных элементов экологической сети определено Схемой экологической сети Республики Беларусь, которая разработана НАН Беларуси в 2005 г.

В соответствии с основными направлениями в области биологического и ландшафтного разнообразия НСУР–2030 к концу 2020 г. намечено завершение формирования Схемы национальной экологической сети и дальнейшее развитие системы ООПТ страны в соответствии с данной Схемой. А в период после 2020 г. национальная экологическая сеть должна начать свое функционирование.

Запланированная экологическая сеть Беларуси связана с национальными экологическими сетями Польши, Литвы, Украины. Предпринимаются также попытки по интеграции Национальной экологической сети в общеевропейскую экологическую сеть.

Изучите имеющуюся информацию и заполните табл. 3.5.

Таблица 3.5

Национальная экологическая сеть Беларуси

Показатели	Характеристика
1. Цель создания	
2. Элементы экологической сети	
3. Начало функционирования	

Контрольные вопросы

1. Что такое видовое разнообразие? Какова его роль в сохранении устойчивости биологических систем?
2. Что представляют собой ООПТ? Дайте характеристику системы ООПТ Республики Беларусь?
3. Какова отличительная особенность биосферных заповедников? Назовите отличительные черты Березинского заповедника.

4. Какова цель основания Полесского государственного радиационно-экологического заповедника?
5. Дайте определение понятия «национальный парк». Каковы отличительные особенности национальных парков от заповедников?
6. Что представляет собой ООПТ – заказник?
7. Охарактеризуйте известные Вам памятники природы.
8. Какой принят целевой ориентир в области устойчивого развития биологического и ландшафтного разнообразия в Беларуси?

Раздел II. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА БИОСФЕРЫ

Глава 4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Цели работы:

1. Изучить основные положения НСУР до 2030 г., цели, этапы и направления перехода Республики Беларусь к постиндустриальному обществу и инновационному развитию экономики.

1. Четко представить Беларусь будущего и стать активными ее строителями.

2. Охарактеризовать взаимосвязь и взаимодействие между тремя компонентами устойчивого развития страны.

3. Широко пропагандировать среди населения принципы устойчивости и всемерно содействовать реализации в жизнь стратегии устойчивого социально-экономического развития Беларуси.

Рекомендуемая литература

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 г.

Теоретическая часть

К семидесятым годам прошлого столетия мир осознал необходимость срочного решения проблем экологического равновесия на планете. В 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро Концепция устойчивого развития получила официальное одобрение. Для достижения устойчивого развития (УР) было признано необходимым решать экологические, экономические и социальные проблемы в их взаимосвязи и стремиться к балансу этих составляющих.

Под устойчивым развитием следует понимать глобально управляемое развитие всего человечества, всего мирового сообщества, имеющее целью сохранение биосферы и существование человечества, его непрерывное развитие. В этом смысле устойчивым сообществом может быть только все мировое сообщество, человечество в

целом, так как и биосфера, и ноосфера – единый организм планеты Земля. Общая приверженность мирового сообщества идее устойчивого развития обязывает все страны взять на себя коллективную ответственность за усиление и упрочнение взаимосвязанных и поддерживающих друг друга основ устойчивого развития – экономического развития, социального развития и охраны окружающей среды. При этом каждой стране необходимо соблюдать целый ряд принципов, реализовывать определенные императивы, установленные ООН по характеристикам социальной сферы, экономики, экологии в их взаимодействии. Переход к устойчивому развитию – это смена стратегии развития цивилизации, переход к построению постиндустриального (ноосферного) общества, в котором мерилем богатства будут не вещи, а духовные ценности и знания человека, живущего в гармонии с окружающей средой.

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. (НСУР–2030) – это долгосрочная стратегия развития государства на 15 лет, определяющая цели, этапы и направления перехода Республики Беларусь к постиндустриальному обществу и инновационному развитию экономики при гарантировании всестороннего развития личности, повышении стандартов жизни человека и обеспечении благоприятной окружающей среды. Задача стратегического планирования состоит в том, чтобы заглянуть в будущее, увидеть страну и определить путь, по которому мы должны двигаться.

Внутренние условия социально-экономического развития Республики Беларусь определяют высокую энергоемкость ВВП – в два раза выше, чем у наших соседей – Польши, Литвы и Латвии; высокую импортуюемость; низкую наукоемкость экономики – 0,7 %, что ниже, чем пороговое значение безопасности (1 % к ВВП). Как результат – низкая конкурентоспособность и эффективность экономики.

В стратегии дана оценка возможных рисков и угроз в долгосрочной перспективе для Республики Беларусь (табл. 4.1).

Основные риски и угрозы для Республики Беларусь

Социальные риски	Экономические риски	Экологические риски
<p>Потеря трудового потенциала и постарение населения (с 422 в 2015 г. до 575 чел. старше пенсионного возраста на 1000 чел. трудоспособных граждан в 2030 г.).</p> <p>Неблагоприятные тенденции в области внешней миграции – нелегальная трудовая миграция и угроза потери интеллектуального потенциала.</p> <p>Высокий уровень заболеваемости неинфекционными болезнями</p>	<p>Медленные темпы трансформации экономических отношений и риск сохранения недостаточно эффективной и высокозатратной структуры экономики.</p> <p>Риск технологического отставания при новой волне инноваций в зарубежных странах</p> <p>Вероятность международных дискриминационных мер, ограничивающих доступ к зарубежным технологиям, финансовым ресурсам.</p> <p>Относительно высокая зависимость темпов роста от внешних поставок и колебаний цен на энергетические и сырьевые ресурсы</p>	<p>Риск увеличения техногенной нагрузки и нарушение способности природы к самовосстановлению.</p> <p>Трансграничный перенос вредных и опасных веществ с территорий других государств.</p> <p>Проблемы истощаемости невозобновляемых природных ресурсов.</p> <p>Глобальные экологические вызовы: усиление «парникового эффекта», изменение климата, разрушение озонового экрана и, как следствие, вероятность негативного воздействия на биоразнообразие и здоровье человека</p>

С учетом рассмотренных выше внешних и внутренних условий и угроз проработаны два возможных сценария развития экономики Республики Беларусь на период до 2030 г.

Первый – инерционный: среднегодовые темпы роста ВВП по расчетам составят около 2,5–3 %. Экономика Беларуси за 15 лет возрастет в 1,4–1,5 раза.

Второй – сценарий инновационного развития: согласно расчетам, ВВП за 15 лет может возрасти в 2 раза (в среднем – 104,8 % в год).

В качестве целевого пути принят инновационный сценарий структурных преобразований.

Стратегической целью устойчивого развития Республики Беларусь является обеспечение высоких жизненных стандартов населения и условий для гармоничного развития личности в рамках перехода к высокоэффективной экономике, основанной на знаниях и инноваци-

ях, при сохранении благоприятной окружающей среды для нынешних и будущих поколений. Поставленная стратегическая цель предусматривает два этапа ее реализации.

Первый этап (2016–2020 гг.), важнейшая цель которого – переход к качественному сбалансированному росту экономики на основе ее структурно-институциональной трансформации с учетом принципов «зеленой» экономики, приоритетного развития высокотехнологичных производств, которые станут основой для повышения конкурентоспособности экономики страны и качества жизни населения.

Второй этап (2021–2030 гг.), главная его цель – поддержание стабильной устойчивости развития, в основе которой – рост духовно-нравственных ценностей и достижение высокого качества человеческого развития, ускоренное развитие наукоемких производств и услуг, дальнейшее становление «зеленой экономики» при сохранении природного капитала.

Основными компонентами устойчивого развития являются социальная, экономическая и экологическая сферы, соответствующие им виды деятельности и направления политики, обеспечивающие их стабильное и гармоничное движение.

Практическая часть

Выполнять на основании Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 г. (НСУР–2030).

Задание 4.1. Изучить стратегические цели устойчивого развития (УР) Республики Беларусь, основные направления действий по решению имеющихся проблем и долгосрочному развитию трех взаимосвязанных компонентов: человек – конкурентоспособная инновационная экономика – качество окружающей среды.

При изучении стратегических целей основных компонентов УР использовать информацию пп. 4–6; задач УР – п. 3.3.

Результаты оформить в табл. 4.2.

**НСУР–2030: цели и задачи устойчивого развития триады
«человек – экономика – окружающая природная среда»**

Эпиграф	Стратегическая цель	Задачи
<i>КОМПОНЕНТ — ЧЕЛОВЕК</i>		
Никто не становится хорошим человеком случайно. Победа над самим собой есть первая и наилучшая из побед. <i>Платон</i>		
<i>КОМПОНЕНТ — ЭКОНОМИКА</i>		
Никогда не бывает больших дел без больших трудностей. <i>Вольтер</i>		
<i>КОМПОНЕНТ – ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА</i>		
Великой нацию делает не богатство страны, а то, как мы его используем. <i>Теодор Рузвельт</i>		
<i>НСУР–2030</i>		
Сегодня не только Беларусь, но и вся Европа находится на переломе исторических эпох. Любые происходящие геополитические коллизии, особенно в Восточной Европе, могут затронуть и нас. В этой ситуации мы должны любыми средствами отстоять главную нашу ценность – независимость страны. Для этого необходимы, во-первых, единство народа Беларуси; во-вторых, извлечение уроков из своих и ошибок соседей; в-третьих, ясный проект будущего Беларуси, способный воодушевить и объединить как старшее, так и молодое поколение нашей страны. Нам нужна страна с разнообразием идей и мнений, с активной позицией всех ее граждан. Только тогда мы выстоим в любую бурю. <i>Лукашенко А. Г. – Послание Президента белорусскому народу и Национальному собранию от 22.04.2014 г.</i>	Стратегическая цель устойчивого развития Республики Беларусь – обеспечение высоких жизненных стандартов населения и условий для гармоничного развития личности в рамках перехода к высокоэффективной экономике, основанной на знаниях и инновациях, при сохранении благоприятной окружающей среды для нынешних и будущих поколений	

Задание 4.2. Рассмотреть информацию раздела «Видение будущего облика страны» (НСУР–2030, п. 3.2). Составить проект будущего облика Беларуси, продолжая заполнять табл. 4.3.

Таблица 4.3

Проект будущего облика Республики Беларусь

Номер п/п	Основные составляющие	Характеристика
1	Беларусь – независимое правовое демократическое государство	
2	Национальным богатством является человек	
3	Высокая степень доверия населения страны государственной власти	
и т. д.		

Задание 4.3. Изучить задачи и основополагающие принципы, лежащие в основе реализации направлений *экологической политики* Республики Беларусь (НСУР–2030, п. 6). Результаты исследований оформить в табл. 4.4. Отметить критерии эффективности природоохранной политики, заполнив табл. 4.5.

Таблица 4.4

Компонент НСУР–2030 – экология

Основные направления экологической политики	Задачи УР	Основополагающие принципы
1. Обеспечение экологической безопасности и сохранение благоприятной окружающей среды		
2. Рациональное использование природно-ресурсного потенциала		
3. Сохранение биологического и ландшафтного разнообразия		
4. Эффективное обращение с отходами		

Интегральные показатели охраны окружающей среды

Показатели	Годы			
	2015	2020	2025	2030
1. Затраты на охрану окружающей среды, % к ВВП				
2. Международный рейтинг Беларуси по индексу экологической эффективности, место				

Задание 4.4. Изучить компонент устойчивого развития – человек. Дать характеристику приоритетных направлений действий социальной политики государства в долгосрочной перспективе.

Стратегической целью социальной политики государства в долгосрочной перспективе является обеспечение достойного качества жизни и высоких стандартов благосостояния белорусских граждан.

Главный критерий эффективности социальной политики – радикальное улучшение позиции страны (не ниже 40 места) в 2030 г. в мировом рейтинге по индексу человеческого развития против 53 места в 2015 г. Приоритетными направлениями социальной политики государства определены:

- создание условий для качественного воспроизводства населения;
- содействие развитию рациональной структуры занятости населения;
- повышение реальных доходов и формирования среднего класса в стране;
- обеспечение финансово-устойчивой пенсионной системы;
- совершенствование социальной защиты населения на основе обеспечения адресности оказания социальной помощи;
- внедрение системы менеджмента качества во всех учреждениях социальной сферы (образование, здравоохранение, социальное обслуживание, культура) независимо от форм собственности.

Главными составляющими устойчивого социально-экономического развития страны являются:

1. Воспроизводство населения и укрепление института семьи.

Основной целью демографического развития является создание условий для стабилизации на уровне 9,4–9,5 млн человек и последующего роста численности населения, увеличение продолжительности его здоровой жизни.

Для улучшения демографических показателей в прогнозный период предусматривается:

– повышение суммарного коэффициента рождаемости (число детей, рожденных женщиной в фертильном возрасте) с 1,685 в 2015 г. до 1,798 в 2030 г.;

– увеличение ожидаемой продолжительности жизни при рождении до 77,0 лет (в 2015 г. – 73,2 года);

– оптимизация внутренних и внешних миграционных процессов и стимулирование притока в страну высококвалифицированных кадров;

– стабилизация численности населения в стране на уровне 9,5 млн человек.

Приоритетные направления в области стимулирования рождаемости: развитие и укрепление семейных ценностей, повышение престижа родительского труда по воспитанию нескольких детей; создание дружественных семье условий для сочетания трудовой деятельности с семейными обязанностями; совершенствование форм социальной защиты семей с детьми в направлении усиления ее адресности.

Укрепление здоровья и снижение смертности населения предполагает: переориентацию медицинской помощи на здоровье здорового человека; формирование у населения самосохранительного поведения, предотвращение смертности от внешних причин; пропаганду здорового образа жизни.

2. Рациональная занятость и эффективное использование человеческого капитала.

Главная цель государственной политики рынка труда – достижение свободно избранной и экономически эффективной занятости населения.

Приоритетными направлениями политики в области занятости являются:

– обеспечение сбалансированности спроса и предложения рабочих мест с учетом потребностей инновационного развития экономики;

– улучшение качества рабочей силы и рост ее территориальной мобильности;

– повышение гибкости рынка труда;

– совершенствование социальной защиты безработных.

Одним из критериев конкурентоспособности рабочей силы является показатель доли работников с высшим и средним специальным образованием в общей численности занятого населения: 59–60 % – в 2030 г. (в 2015 г. – 52,0 %).

В качестве целевого параметра эффективности рынка труда выступает уровень регистрируемой безработицы – 2,0 % к экономически активному населению в 2030 г. (в 2015 г. – 1 %).

3. Достойные доходы и высокие стандарты благосостояния населения.

Стратегическая цель – обеспечения высоких жизненных стандартов населения. Это возможно за счет обеспечения стабильного роста реальных денежных доходов, прежде всего, гарантированного достойного вознаграждения работнику за его труд и создания условий для качественной жизни в пожилом возрасте.

В качестве критериев эффективности политики в области доходов и оплаты труда должны стать:

- повышение доли населения с уровнем среднедушевых располагаемых ресурсов выше, чем в среднем по республике: с 42 % в 2015 г. до 60 % в 2030 г.;

- снижение уровня малообеспеченности населения – до 3–4 % против 5,4 % в 2015 г.;

- поддержание соотношения среднего размера пенсии по возрасту и бюджета прожиточного минимума пенсионера на уровне не менее 2,5 раз.

4. Образование для устойчивого развития.

Стратегическая цель – сформировать качественную систему образования, в полной мере отвечающую потребностям постиндустриальной экономики и УР Беларуси.

В период до 2020 г. основной целью будет обеспечение доступности качественного образования, соответствующего требованиям устойчивого развития страны. Для реализации этой цели в системе высшего образования необходимо:

- развитие системы непрерывного образования на принципах «образование через всю жизнь»;

- повышение качества образовательного процесса;

- создание университетских учебно-научно-производственных комплексов на основе инновационных научных исследований; построение системы грантовой поддержки научных исследований;

- формирование системы двухуровневой (1 ступень – бакалавриат, 2 ступень – магистратура) подготовки специалистов с высшим образованием;

- создание системы подготовки кадров, в том числе опережающей, с участием заказчиков кадров в ее финансировании на основе целевого заказа;

- формирование системы грантовой поддержки одаренной и талантливой молодежи;

– улучшение материально-технической базы учреждений профессионально-технического, среднего специального и высшего образования, в том числе путем оснащения современным учебно-лабораторным оборудованием и экспериментальной техникой.

В 2021–2030 гг. предполагается осуществить переход к новой парадигме образования: учение вместо обучения, не усвоение готовых знаний, а развитие у обучающихся способностей, дающих возможность самостоятельно их приобретать, творчески перерабатывать, создавать новое, внедрять его в практику и нести ответственность за свои действия. В целях реализации поставленной задачи необходимы:

– обновление образовательных стандартов нового поколения, включая вопросы обучения устойчивому потреблению, здоровому образу жизни;

– интеграция в Болонский процесс, создание условий для приобретения новых знаний и навыков, способствующих устойчивому развитию общества;

– развитие электронного образования, дистанционных интерактивных форм и методов обучения, включая выпуск электронных учебников и пособий;

– обеспечение свободного доступа к международным образовательным и интеллектуальным ресурсам;

– расширение рынка образовательных услуг, активизация академической мобильности обучающихся и педагогических кадров;

– проведение регулярного мониторинга качества образовательного процесса.

5. Качественное здравоохранение и поощрение здорового образа жизни.

Стратегической целью развития системы охраны здоровья является увеличение продолжительности здоровой жизни населения.

В качестве основных критериев эффективности и качества развития системы здравоохранения выступают:

– сокращение существующего разрыва в показателях состояния здоровья населения Беларуси и европейских стран;

– увеличение ожидаемой продолжительности здоровой жизни населения с 64,5 лет в 2015 г. до 69,0 лет в 2030 г;

– снижение уровня потребления алкоголя с 11,6 до 6,3 л абсолютного алкоголя на человека в год.

6. Культура как источник духовного здоровья нации и социальной стабильности.

Стратегические цели развития культуры – повышение ее социальной роли в жизни белорусских граждан и упрочение статуса Беларуси в мире как самостоятельного высококультурного государства, бережно сохраняющего свое историческое наследие, а также реализующего конституционные права граждан.

Для достижения поставленных целей предусматривается:

– повышение удельного веса бюджетных расходов на развитие культуры с 0,5 % к ВВП в 2013 г. до 2 % – к 2030 г.;

– увеличение количества посещений культурных мероприятий, проводимых государственными организациями культуры, к 2030 г. до 5,6 тыс. в год (на 1 тыс. населения);

– обеспечение 100%-й доступности библиотечных и музейных фондов, правовой, деловой и социально значимой информации путем создания публичных культурных центров и развития нестационарных форм обслуживания с предоставлением доступа к информации в удаленном (виртуальном) режиме;

– увеличение доли учащихся, получающих образование в детских школах искусств, в общем количестве детей школьного возраста с 13,8 % в 2013 г. до 30 % в 2030 г.;

– доля отреставрированных и используемых памятников архитектуры, включенных в Государственный список историко-культурных ценностей Беларуси, составит 75 % в 2030 г. (в 2015 г. – 15 %).

Изучить имеющуюся информацию и заполнить табл. 4.6.

Таблица 4.6

Развитие человеческого потенциала и рост качества жизни

Составляющие качества жизни белорусов	Цель	Основные показатели оценки в 2015/2030 гг.
1. Воспроизводство населения и укрепление института семьи		
2. Рациональная занятость и эффективное использование человеческого капитала		
3. Достойные доходы и высокие стандарты благосостояния населения		
4. Повышение качества и обеспечение непрерывного образования в течение всей жизни		
5. Качественное здравоохранение и поощрение здорового образа жизни		
6. Повышение социальной роли культуры как источника духовного здоровья нации и социальной стабильности		

Задание 4.5. Охарактеризовать стратегические приоритеты *устойчивого развития экономического компонента* Республики Беларусь.

Качественно новое развитие человеческого потенциала предполагает ускоренное развитие секторов экономики, определяющих его воспроизводство и обеспечивающих высокий уровень качества жизни населения.

Определяющими направлениями структурной трансформации экономики станут:

1. Развитие науки и ускоренное развитие высокотехнологичных производств и услуг.

Акцент будет сделан на создании высокотехнологичного сектора экономики, внедрении энергоэффективных и экологически безопасных технологий, развитии производств с высокой долей добавленной стоимости, информационных и инжиниринговых услугах, транспортной инфраструктуре, повышении качества и расширении экспорта образовательных и медицинских услуг.

Целевым критерием конкурентоспособности страны выступает вхождение в число тридцати лидеров по индексу экономики знаний (против 59 позиции в 2015 г.).

Критериями качественных структурных преобразований станут:

– сокращение к 2030 г. в два раза разрыва производительности труда со среднеевропейским уровнем;

– увеличение доли высокотехнологичного наукоемкого сектора в ВВП от 2,3 % в 2013 г. до 8–10 % в 2030 г.;

– снижение энергоемкости ВВП за 2016–2030 гг. на 35 % за счет:

– *ускоренного развития производств, базирующихся на переработке местных сырьевых ресурсов, производство продукции по полному технологическому циклу* (деревообработка, производство комплексных минеральных удобрений, пищевых продуктов, переработка льна и других видов сельскохозяйственной продукции);

– *развития атомной энергетики, возобновляемых энергоисточников*, что позволит диверсифицировать топливно-энергетический баланс энергосистемы в направлении снижения потребления природного газа.

2. Совершенствование институциональной среды и формирование благоприятной бизнес-среды, что предполагает обеспечение ее стабильности и прозрачности, устранение избыточного и неоправданного вмешательства государства в деятельность хозяйствующих субъектов, повышение качества государственных услуг, финансовую

доступность и др. Важные задачи – достижение равной конкуренции для всех форм собственности, обеспечение рыночных свобод.

В результате действий, направленных на создание благоприятной бизнес-среды, Республикой Беларусь планируется достижение к 2030 г. 30 позиции в рейтинге Всемирного банка против 57 позиции в 2014 г.

3. Рост экспортного потенциала на основе эффективного использования имеющихся и потенциальных конкурентных преимуществ Республики Беларусь. Задача по наращиванию валютных поступлений предполагает рост экспорта товаров и услуг за счет освоения новых рынков сбыта белорусских товаров, ускоренного расширения экспорта услуг, финансовой институциональной поддержки экспорта. Наращиванию экспорта будет способствовать также вступление республики в ВТО. Рост экспортного потенциала страны должен стать основой для обеспечения внешнеэкономической сбалансированности экономики и положительного сальдо платежного баланса, достаточного уровня золотовалютных резервов, устойчивого безопасного уровня внешнего долга.

Критериями реализации данного приоритета являются рост доли белорусских товаров на мировом рынке и выход на положительное сальдо внешней торговли товарами и услугами.

Изучить имеющуюся информацию и заполнить табл. 4.7.

Таблица 4.7

**Компонент устойчивого развития – экономика:
приоритеты и индикаторы**

Приоритетные направления	Характеристика	Критерии
1. Ускоренное развитие высокотехнологичных производств и услуг		
2. Совершенствование институциональной среды		
3. Рост экспортного потенциала		

Задание 4.6. Проанализировать целевые критерии эффективности устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь в Международном рейтинге за период 2015–2030 гг.

Результаты оформить в табл. 4.8. Выполнять на основании изученного выше материала.

**Целевые критерии устойчивого развития Беларуси
в Международном рейтинге за период 2015–2030 гг.**

Компонент	Целевой критерий	Позиция		
		2015 г.	2030 г.	в 2030 г. +/- по сравнению с 2015 г.
Человек	Качество человеческого потенциала			
Экономика	Индекс экономики знаний			
Экология	Индекс экологической эффективности			

Контрольные вопросы

1. Что понимают под устойчивым развитием?
2. Назовите основные компоненты устойчивого развития.
3. Дайте характеристику экологической политики государства.
4. Дайте характеристику устойчивого развития экономического компонента Республики Беларусь.
5. Охарактеризуйте социальную политику государства в долгосрочной перспективе.
6. Какие выделяют этапы в реализации НСУР–2030? Назовите соответствующие им цели.
7. Что предполагает новая парадигма образования? Дайте пояснение.
8. Какие целевые показатели соответствуют основным компонентам устойчивого развития? Дайте им пояснение.

Глава 5. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И КОНТРОЛЬ

Цели работы:

1. Изучить критерии качества атмосферного воздуха.
2. Рассмотреть механизм рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере от организованного высокого источника.
3. Изучить методику расчета максимальной приземной концентрации загрязняющих веществ и расстояния от трубы завода, на которой она будет наблюдаться.
4. Определить предельно допустимые выбросы примесей от расчетного источника и показатель степени опасности загрязнения атмосферного воздуха.

Теоретическая часть

Важнейшим направлением в борьбе с загрязнением атмосферного воздуха является система контроля. Задача оценки выбросов является сложной по причине многообразия и сложности источников поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу, а также протекающих в атмосфере физических и химических процессов. На национальном уровне осуществляется учет выбросов ЗВ в атмосферу от крупных стационарных источников на основании статистической отчетности и оценка выбросов от мобильных (передвижных) источников расчетным путем.

Нормативами допустимых выбросов (НДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются максимальные величины поступления загрязняющих веществ в атмосферу, при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества атмосферного воздуха. К ним относятся:

- предельная масса выброса ЗВ в атмосферный воздух, тонн в год, грамм в секунду;
- предельное значение концентрации выброса ЗВ в атмосфере, мг/м³.

Показатель «выбросы загрязняющих веществ» характеризует степень существующего и ожидаемого воздействия выбросов основных ЗВ на окружающую среду и позволяет определить путь к достижению целевых значений, выраженных посредством национальных значений выбросов. Данный показатель складывается из двух состав-

ляющих: выбросы от стационарных источников и выбросы от мобильных источников.

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников характеризуются как общее количество ЗВ, поступающих в атмосферный воздух от всех организованных (трубы) и неорганизованных (склады, вентиляторы, окна промышленных зданий, свалки, терриконы и др.) стационарных источников.

Выбросы загрязняющих веществ мобильными источниками определяются на основании количества потребляемого топлива и данных по распределению парка транспортных средств, находящихся в обращении на территории страны, по экологическим классам в процентах к общему их количеству на основании сведений Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

В качестве критерия качества атмосферного воздуха используется предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ.

Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ (ПДК) – максимально допустимая масса вредного вещества в единице объема воздуха, в мг на м³, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия.

Предельно допустимая концентрация максимально разовая (ПДК_{м.р.}) – это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна вызывать при вдыхании его в течение 20 мин рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др.).

Значения ПДК наиболее часто встречающихся загрязнителей атмосферного воздуха приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		Максимальная разовая	Среднесуточная
Двуокись азота (NO ₂)	2	0,085	0,04
Оксид углерода (CO)	4	5,0	3,0
Пыль неорганическая	3	0,15–0,5	0,05–0,15
Двуокись серы (SO ₂)	3	0,5	0,05
Сероводород (H ₂ S)	2	0,008	–

Вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		Максимальная разовая	Среднесуточная
Бензин	4	5,0	1,5
Бензопирен	1	–	1 г/м ³
Азотная кислота (HNO ₃)	2	0,4	0,15
Свинец (Pb)	1	–	0,0003
Аммиак	4	0,2	0,04
Ацетон	4	0,35	0,35
Фенол	2	0,01	0,03

В атмосфере чаще всего присутствует не одно, а несколько ЗВ, которые вступают в реакцию друг с другом и образуют новое, иногда еще более опасное вещество. Это явление называют эффектом суммации.

Эффект суммации – одновременное сходное воздействие на организм человека нескольких вредных веществ, суммарная концентрация которых в воздухе может превышать допустимую, установленную для каждого вещества в отдельности. При содержании в воздухе нескольких ЗВ, обладающих эффектом суммации, их суммарная концентрация не должна превышать при расчете единицы:

$$C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + \dots + C_n / \text{ПДК}_n \leq 1,$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации вредных веществ в воздухе, мг/м³; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ – максимально разовые предельно допустимые концентрации этих веществ, которые установлены для их изолированного присутствия, мг/м³.

В табл. 5.2 представлены загрязняющие вещества, обладающие суммацией действия (синергизмом).

Таблица 5.2

Группы веществ, обладающих эффектом суммации

Сочетания вредных веществ
Ацетон и фенол
Диоксид серы и диоксид азота
Аммиак и оксиды азота

Сочетания вредных веществ
Диоксид азота и оксид углерода
Диоксид серы и сероводород
Оксид углерода, диоксид серы и диоксид азота
Диоксид азота и оксид азота
Аэрозоль пентоксида ванадия и диоксид серы и др.

В целях улучшения состояния атмосферного воздуха, предотвращения и снижения выбросов ЗВ в атмосферу для каждого предприятия устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – это масса загрязняющего вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферу в единицу времени. ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы и для каждой примеси, выбрасываемой этим источником. Сумма выбросов вредных веществ от одного источника и фоновая концентрация веществ не должны создавать приземную концентрацию, превышающую их ПДК_{м.р.}

В настоящее время одна из основных мер предотвращения загрязнения атмосферы – строительство газоочистных сооружений и устройств. При этом каждое такое очистное сооружение характеризуется определенной степенью очистки газовой смеси от ЗВ. Определение степени очистки газовой смеси (т. е. допустимой интенсивности выброса ЗВ вещества при условии сохранения качества воздуха за пределами санитарно-защитной зоны) является важной производственной задачей.

Для решения этой задачи для каждого действующего или проектируемого объекта, являющегося источником загрязнения атмосферы, устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов. При расчете ПДВ определяется максимальная приземная концентрация загрязняющего вещества (C_m) и расстояние от трубы завода, на которой она будет наблюдаться (X_m). Затем рассчитанные величины C_m сравниваются с ПДК. Если $C_m > \text{ПДК}$, тогда в технологические характеристики выброса вносятся коррективы и выполняются мероприятия по снижению значения C_m .

Расчет ПДВ базируется на следующих положениях:

– на процесс рассеивания ЗВ в атмосфере существенное влияние оказывают: расположение предприятий, характер местности, состав

пылегазовоздушной смеси, высота источника выбросов, диаметр устья, состояние атмосферы (скорость и направление ветра, температурная стратификация атмосферы, температура атмосферного воздуха);

– максимальная приземная концентрация от данного источника загрязнения, возникающая при неблагоприятных метеорологических условиях, не должна превышать ПДК за границей санитарно-защитной зоны.

Наихудшие условия рассеивания создаются при так называемых неблагоприятных метеорологических условиях. К ним относятся скорость ветра выше определенного значения (опасная скорость ветра) и застойные явления, связанные с безветрием, туманом, нарушением характера изменения температуры воздуха по высоте. При неблагоприятных метеорологических условиях возникает опасность значительного увеличения приземных концентраций ЗВ, возникновения смога и т. д.

Рассмотрим механизм рассеивания ЗВ в атмосфере от организованного высокого источника (рис. 5.1).

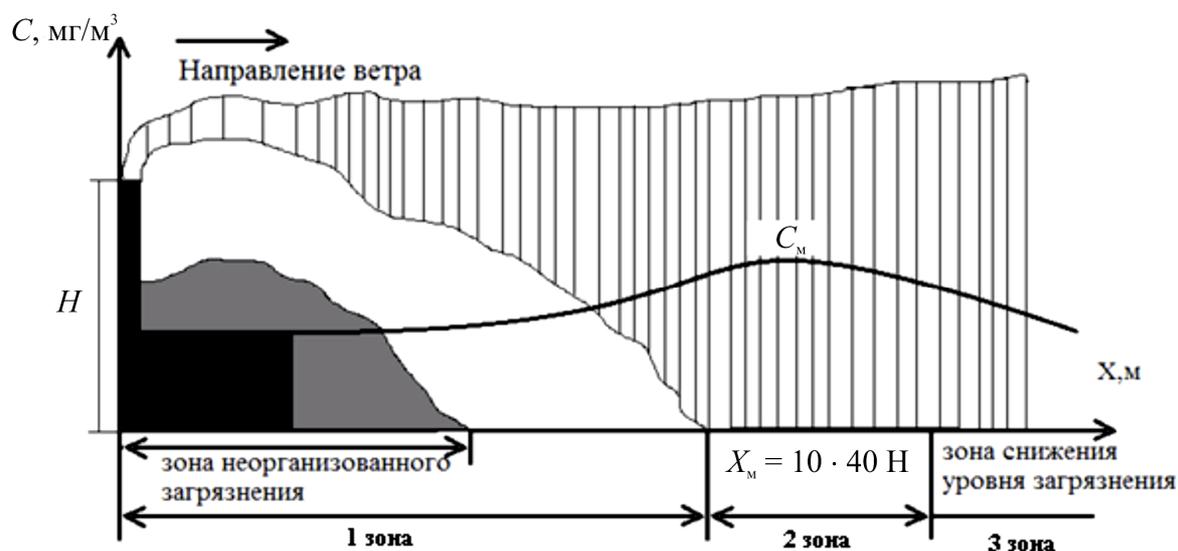


Рис. 5.1. Изменение приземной концентрации примесей в атмосфере от одиночного точечного источника

По мере удаления от трубы в направлении, совпадающим с направлением ветра, концентрация ЗВ в приземном слое атмосферы сначала нарастает, достигая максимума на расстоянии 10–40 высот трубы, и затем медленно убывает. Выделяют три зоны неодинакового загрязнения атмосферы:

- зона переброса факела выбросов, характеризующаяся относительно невысоким содержанием ЗВ в приземном слое атмосферы;
- зона задымления с максимальным содержанием ЗВ;
- зона постепенного снижения уровня загрязнения.

Пусть в начальный момент времени выбрасываемое трубой (точечным источником) загрязняющее вещество имеет вид клуба дыма. Если это вещество тяжелее воздуха, оно будет оседать на землю. Если ЗВ – газ, то в этом случае скорость и направление движения ЗВ будут совпадать со скоростью и направлением перемещения воздуха. Чаще всего вентиляционные и промышленные выбросы и представляют собой смесь воздуха с относительно малым количеством ЗВ, для которой проявляется вышеуказанная закономерность.

Изменение концентрации ЗВ вдоль распространения струи газозвушной смеси зависит от высоты подъема и интенсивности перемешивания. На некотором расстоянии от трубы (X_m) всегда образуется область максимальной концентрации ЗВ (C_m). Максимальная концентрация ЗВ (C_m) прямо пропорциональна производительности источника и обратно пропорциональна квадрату его высоты над землей. Причем расстояние от основания трубы до этой области тем меньше, чем интенсивнее перемешивание и чем ниже труба.

Начальная точка соприкосновения струи с поверхностью земли является началом зоны загрязнения. За этой точкой концентрация ЗВ начинает нарастать, что обусловлено выпадением ЗВ, достигающих поверхности земли в данный момент, а также примесями, ранее достигшими земной поверхности и продолжающими свое движение по направлению ветра. На каком-то расстоянии концентрация ЗВ на поверхности земли достигает максимального значения, а затем начинает уменьшаться.

Многообразие факторов, влияющих на эффективность рассеивания, затрудняет прогнозирование величины C_m . А такой прогноз необходим для оценки воздействия проектируемого объекта на атмосферу при решении проблем, связанных с размещением промышленных объектов, установлением границ санитарно-защитной зоны, проектированием систем очистки и др.

Для прогнозирования приземных концентраций ЗВ, создаваемых источником или группой источников, используются специальные расчетные методы и компьютерные программы, базирующиеся на теоретических моделях рассеивания примесей в атмосфере и экспериментально установленных закономерностях. Они позволяют рассчитать для различных источников выбросов приземные концентрации ЗВ в любых точках с учетом фона и без него, учесть наличие в выбросах веществ одностороннего действия и т. д.

Практическая часть

Задание 5.1. Рассчитать максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ, зоны их рассеивания в атмосфере при неблагоприятных метеорологических условиях при выбросе нагретой газовой смеси (ГВС) из точечного источника с круглым устьем. Определить по загрязняющим веществам показатели: ПДВ и степень опасности загрязнения атмосферного воздуха.

Предприятие расположено на территории Республики Беларусь с равнинным рельефом местности. В составе газовой смеси содержатся загрязняющие вещества: SO_2 , NO_x , крупнодисперсная зола; коэффициент очистки выбросов более 90 %.

Значения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере ($C_{\text{ф}}$), в $\text{мг}/\text{м}^3$: $C_{\text{ф}}(\text{SO}_2) = 0,3$; $C_{\text{ф}}(\text{NO}_x) = 0,045$; $C_{\text{ф}}(\text{зола}) = 0,2$. Значения ПДК примесей, в $\text{мг}/\text{м}^3$: ПДК (SO_2) = 0,5; ПДК (NO_x) = 0,085; ПДК (зола) = 0,5.

Данные для расчетов приведены в табл. 5.3. Результаты расчетов оформить в виде табл. 5.4.

По итогам расчета сделать вывод об уровне загрязнения атмосферы и при необходимости предложить мероприятия по их снижению.

Таблица 5.3

Исходные данные для расчета

Вариант	H , м	D , м	ω_0 , м/с	$T_{\text{г}}$, °С	$T_{\text{в}}$, °С	$M(\text{SO}_2)$, мг/с	$M(\text{NO}_x)$, мг/с	$M(\text{зола})$, мг/с
1	30	1,4	8	125	25	12	15,2	15,5
2	25	1,0	12	100	27	10	3,8	14,5
3	28	1,5	15	80	29	30	12,1	70,6
4	18	0,7	16	90	31	25	1,0	15
5	15	0,8	21	130	25	16	4,6	14
6	23	0,9	16	230	27	21	3,2	34,0
7	28	1,0	12	160	29	6	5,8	62,0
8	32	1,5	9	125	32	15	7,8	18,9
9	20	1,2	10	135	29	42	10,2	14,1
10	24	1,5	14	215	25	19	11,4	27,2
11	25	1,7	9	210	30	18	2	34,5
12	30	2,0	6	180	29	5	2,2	56,7
13	23	1,3	11	150	26	16	12,8	59,4

Вариант	H , м	D , м	ω_0 , м/с	T_r , °С	T_b , °С	$M(\text{SO}_2)$, мг/с	$M(\text{NO}_x)$, мг/с	$M(\text{зола})$, мг/с
14	19	1,0	14	165	28	7	14,4	62,1
15	18	0,7	19	115	27	21	16,6	65,3
16	35	2,0	9	210	33	32	7,4	50
17	40	2,6	5	195	25	28	21	24
18	38	2,5	8	145	28	14	16,6	32
19	24	1,9	13	210	28	12	21,8	12,8
20	19	0,8	18	160	29	10	15,4	5,6

Методика расчета

1. Расчет значения максимальной приземной концентрации выброса нагретой газозооной смеси. Максимальная приземная концентрация нагретой ГВС от точечного источника при неблагоприятных метеоусловиях находится по следующей формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (5.1)$$

где C_m – максимальная приземная концентрация вредных веществ мг/м³; A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания атмосферных примесей при неблагоприятных метеоусловиях. Приняты следующие показатели коэффициента A : для Беларуси – 120; для территорий Среднего Поволжья, Урала, Украины – 160; для территорий Нижнего Поволжья, Кавказа, Сибири, Дальнего Востока – 200; для субтропической зоны Средней Азии – 240; M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, мг/с; F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания веществ в атмосферном воздухе. Приняты следующие значения коэффициента F :

- для газов, мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола), скорость оседания которых практически равна 0, значение $F = 1$;
- для крупнодисперсной пыли и золы коэффициент устанавливается с учетом используемой степени очистки:

– при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов более 90 % коэффициент $F = 2,0$;

– при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов от 75 до 90 % коэффициент $F = 2,5$;

– при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов менее 75 % или при отсутствии очистки коэффициент $F = 3$; m, n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса; η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности на рассеивание примесей. В случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$; для высокогорной местности $\eta = 2$; H – высота трубы, м; V_1 – объем газовой смеси, м³/с; ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_r и температурой окружающего воздуха T_v , °С.

Выбросы промышленных предприятий могут быть нагретыми (горячими) и холодными. Нагретыми условно называют источники, у которых температура выбрасываемой ГВС выше 50 °С; при более низкой температуре выбросы считаются холодными.

2. Расчет объема выброса ГВС проводится по формуле

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0, \quad (5.2)$$

где V_1 – объем выброса ГВС из источника с круглым устьем, м³/с; D – диаметр устья источника выброса, м; ω_0 – средняя скорость выхода ГВС из устья источника выброса, м/с.

3. Значение коэффициента m для нагретых выбросов ЗВ определяется в зависимости от параметра f . При значении $f < 100$ коэффициент m находится по формуле

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (5.3)$$

где

$$f = 1000 \frac{\omega_0 \cdot D}{H_2 \cdot \Delta T}. \quad (5.4)$$

4. Расчет значения коэффициента n проводят с учетом вспомогательного параметра v_M :

$$n = 1 \text{ при } v_M \geq 2; \quad (5.5)$$

$$n = 0,532 \cdot v_M^2 - 2 \cdot v_M + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_M \leq 2; \quad (5.6)$$

$$n = 4,4 \cdot v_M \text{ при } v_M < 0,5, \quad (5.7)$$

где

$$v_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}. \quad (5.8)$$

5. Расчет расстояния (X_M) от источника, на котором достигается максимальное значение приземной концентрации (C_M). Расстояние X_M определяется с учетом значения коэффициента F (см. условие задачи) по формулам:

$$X_M = d \cdot H \text{ при } F < 2; \quad (5.9)$$

$$X_M = \frac{5-F}{4} d \cdot H \text{ при } F \geq 2, \quad (5.10)$$

где d – безразмерный коэффициент, при $f < 100$ (нагретые выбросы ГВС) находится по формулам:

$$d = 2,48(1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (5.11)$$

$$d = 4,95 \cdot v_M (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } 0,5 < v_M \leq 0,2; \quad (5.12)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_M} (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_M > 0,2. \quad (5.13)$$

6. Расчет опасной скорости ветра (U_M). Значение U_M , м/с на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации ЗВ, определяется следующим образом: при $f < 100$ (нагретые выбросы ГВС) значение опасной скорости ветра находится по формулам

$$U_M = 0,5 \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (5.14)$$

$$U_M = v_M \text{ при } 0,5 < v_M \leq 2; \quad (5.15)$$

$$U_M = v_M (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}) \text{ при } v_M > 2. \quad (5.16)$$

7. *Расчет предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющего вещества.* Норматив ПДВ устанавливается с учетом фоновых концентраций этих же веществ в атмосфере, обусловленных выбросами от других источников C_{ϕ} и эффекта суммации, соблюдая для приземного слоя следующее условие:

$$C + C_{\phi} < \text{ПДК}. \quad (5.17)$$

Для выбросов нагретой газовой смеси ПДВ определяются по формуле

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\phi})N^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}, \quad (5.18)$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация ЗВ, мг/м³ (см. условие задачи); C_{ϕ} – фоновая концентрация этого же вещества в воздухе, мг/м³ (см. условие задачи).

Норматив ПДВ загрязняющего вещества в атмосферный воздух устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом: технических нормативов выбросов; фонового загрязнения атмосферного воздуха; экологических нормативов (не превышения данным источником санитарно-гигиенических показателей качества атмосферного воздуха, предельно допустимых нагрузок на экосистемы и др.).

8. *Расчет опасности загрязнения атмосферы.* Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха (q) на данной территории не должна превышать значения ПДК этого вещества:

$$q = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1, \quad (5.19)$$

где C_i – максимальная приземная концентрация i -го вещества, мг/м³; ПДК_i – максимально разовые предельно допустимые концентрации i -х веществ, которые установлены для их изолированного присутствия, мг/м³.

Выполнение этого условия свидетельствует о чистоте природной среды.

При содержании в воздухе нескольких ЗВ, обладающих эффектом суммации действия, нормативное качество окружающей среды достигается при следующем соотношении:

$$q = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1. \quad (5.20)$$

По условию нашей задачи в приземном слое атмосферы содержатся выбросы SO_2 и NO_x , обладающих однонаправленным действием, тогда их безразмерная концентрация q должна удовлетворять следующему условию:

$$q = \frac{C(\text{SO}_2)}{\text{ПДК}(\text{SO}_2)} + \frac{C(\text{NO}_x)}{\text{ПДК}(\text{NO}_x)} \leq 1. \quad (5.21)$$

Если $q \geq 1$, то это означает, что воздух загрязнен данными веществами, и необходимо провести комплекс мероприятий по его защите.

Таблица 5.4

Результаты расчета

Вещество	$C_{мб}$, мг/м ³	$X_{мб}$, м	$U_{мб}$, м/с	ПДВ, мг/с	q	Зоны рассеивания, м		
						1 зона	2 зона	3 зона
SO_2								
NO_x								
Суммирование	–	–	–	–		–	–	–
Зола								

Задание 5.2. Рассчитать эффект суммации загрязняющих веществ в разных населенных пунктах. Сделать вывод о состоянии качества атмосферного воздуха. Данные для расчетов приведены в табл. 5.5. Группы веществ, сочетание которых приводит к эффекту суммации в атмосфере, приведены в табл. 5.2; значения ПДК_{м.р} – в табл. 5.1.

Таблица 5.5

Загрязняющее вещество	Диоксид серы	Серо-водород	Диоксид азота	Оксид углерода	Значения концентраций, мг/м ³
					Фактическая
Диоксид серы	+	+	+		0,1
Сероводород		+		+	0,002
Диоксид азота			+	+	0,05
Оксид углерода	+		+	+	1,0

Методика расчета

Нормативное качество окружающей среды достигается при следующем соотношении:

$$q = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1, \quad (5.1)$$

где q – степень опасности загрязнения атмосферы; C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации ЗВ в воздухе, мг/м^3 ; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ – максимально разовые предельно допустимые концентрации этих веществ, которые установлены для их изолированного присутствия, мг/м^3 (см. табл. 5.1).

Если $q \geq 1$, значит, воздух загрязнен и необходимо проведение комплекса природоохранных мероприятий.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение показателя «выбросы загрязняющих веществ».
2. Что характеризуют выбросы ЗВ от стационарных источников?
3. Как определяются выбросы ЗВ мобильными источниками?
4. Что такое эффект суммации? Какие ЗВ обладают эффектом суммации?
5. Дайте определение понятия ПДК. Для чего устанавливаются ПДК загрязняющих веществ?
6. Объясните, как происходит рассеивание ЗВ в атмосфере от организованного высокого источника?
7. Какова взаимосвязь между ПДК и ПДВ загрязняющих веществ при оценке экологической среды?
8. Как влияет высота трубы на максимальную приземную концентрацию ЗВ в атмосфере?
9. Выполнение, какого условия свидетельствует о чистоте природной среды, если в воздухе содержится несколько загрязняющих веществ?

Глава 6. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АТМОСФЕРУ. ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ

Цели работы:

1. Изучить особенности загрязнения воздуха на территории Республики Беларусь выбросами загрязняющих веществ и выбросами парниковых газов.
2. Изучить основные направления государственной политики Беларуси в области защиты атмосферного воздуха.
3. Изучить методику расчета экономической эффективности комплекса мероприятий по охране воздушного бассейна.

Теоретическая часть

Атмосфера – воздушная оболочка, окружающая земной шар и связанная с ним силой тяжести. Земная атмосфера простирается на высоту 1,5–2 тыс. км над уровнем моря или суши; с высотой атмосферное давление и плотность постепенно убывают.

Загрязнение атмосферного воздуха – любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем. Поступление загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух происходит в результате деятельности природных и антропогенных источников, а также в результате регионального и трансграничного переноса.

На национальном уровне осуществляется учет выбросов ЗВ от крупных стационарных источников и от мобильных (передвижных) источников. В Приложении (табл. П.1.1, рис. П.1.1) представлены данные о выбросах ЗВ на территории Беларуси за 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг. Согласно данным статистики, за последние 15 лет отмечается значительное сокращение общих валовых выбросов ЗВ от стационарных и мобильных источников. Так, в 2015 г. было выброшено 1259 тыс. т загрязняющих веществ, что на 82 тыс. т меньше по отношению к 2000 г.

При рассмотрении *выбросов ЗВ от стационарных источников по секторам экономики* основной объем выбросов ЗВ (55,6–75,3 %) приходится на промышленность (Приложение, табл. П.1.2). Так, в 2015 г. вклад промышленности в целом (горнодобывающая, обрабатывающая, производство и распределение электроэнергии, газа и воды) в валовые выбросы от стационарных источников составил 55,5 %.

Кроме промышленности, значительный вклад в валовые выбросы вносят сельское хозяйство (33,7 %) и транспорт и связь (6,1 %). На долю остальных секторов экономики (торговля, строительство, образование, здравоохранение и т. д.) приходится 4,7 % выбросов ЗВ.

Оценка *выбросов ЗВ от мобильных источников* выполняется с использованием удельных показателей выбросов на единицу использованного топлива по обобщенным группам транспортных средств (бензиновые, дизельные, автомобили на сжатом газе, на сжиженном газе) и экологическим классам, а также данных об объемах топлива, израсходованного на работу транспорта. За рассматриваемый период отмечено сокращение выбросов ЗВ от мобильных источников с 953 тыс. т в 2000 г. до 801 тыс. т в 2015 г. Мобильные источники являются основными загрязнителями атмосферы, их доля в общих валовых выбросах составляет 71,0–63,6 % (Приложение, рис. П.1.2).

В зависимости от масштабов распространения выделяют локальное, региональное и глобальное загрязнения атмосферы.

Глобальное загрязнение связано с изменением состояния атмосферы в целом. К важнейшим экологическим последствиям глобального загрязнения атмосферы относят: нарушение озонового слоя; выпадение кислотных дождей; потепление климата.

Проблема резкого изменения климата, вызванная на 90 % антропогенными выбросами парниковых газов, становится главной заботой мирового сообщества. К основным парниковым газам (ПГ), отнесено шесть: двуокись углерода, метан, закись азота, гидрофторуглероды, перфторуглероды, гексафторид серы. Их относительную «вредность» определяют, сопоставляя такой показатель, как эффект глобального потепления, представляющий собой коэффициент пересчета парникового эффекта 1 т того или иного ПГ в количество тонн CO_2 , называемый CO_2 -эквивалентом.

В Приложении (табл. П.1.3) представлена динамика изменения выбросов ПГ в Беларуси в период 2000–2014 гг. Основными источниками выбросов ПГ являются следующие секторы: энергетика; промышленность, использование растворителей; сельское хозяйство; землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство; отходы. Такие категории, как землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство одновременно являются источником удаления ПГ из атмосферы за счет поглощения растительностью. В структуре выбросов ПГ по секторам экономики ведущая роль принадлежит энергетике (61–66 %). Примерно 25–26 % выбросов прихо-

дится на сельское хозяйство. Остальные секторы (промышленность, использование растворителей; отходы) в сумме составляют около 7–14 % выбросов ПГ. Общий объем выбросов ПГ с 2000 по 2014 г. увеличился с 79,3 до 93,7 млн т CO₂-эквивалента без учета поглощения и с 48,4 до 69,5 млн т CO₂-эквивалента с учетом поглощения углекислого газа (поглощение парниковых газов происходит в лесном хозяйстве и землепользовании). Увеличение выбросов произошло во всех секторах экономики Беларуси. Основным ПГ является диоксид углерода (Приложение, табл. П.1.4). В общей структуре выбросов ПГ в энергетике его доля – более 96 %.

Для решения задачи сокращения выбросов ПГ предусмотрены следующие направления: увеличение доли использования возобновляемых источников энергии; рост вклада атомной энергетики; техническое переоснащение и модернизация основных производственных процессов; внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий, техники и оборудования и др. Таким образом, переход на низкоуглеродные технологии является основным фактором сокращения выбросов ПГ.

Для решения задачи адаптации социально-экономического развития Беларуси к изменениям климата предусматриваются следующие меры:

- организация научного центра климатологии и полярных исследований, выполняющих работы по анализу климатических изменений;

- создание экономически целесообразной адаптивной системы земледелия, характеризующейся использованием обоснованного чередования сельскохозяйственных культур и рациональной структуры севооборотов;

- выравнивание возрастной структуры леса путем регулирования лесопользования, санитарных рубок и лесовосстановительных работ;

- широкое внедрение водосберегающих технологий; планомерная лесомелиоративная деятельность в бассейнах рек и др.

Практическая часть

Задание 6.1. Выполнять на основании данных статистических сборников.

Охарактеризовать:

- динамику выбросов загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников (Приложение, табл. П.1.1 и П.1.2, рис. П.1.1);

– структуру выбросов загрязняющих веществ по видам источников (Приложение, рис. П.1.2).

Задание 6.2. Выполнять на основании данных статистических сборников.

Охарактеризовать:

– динамику общего объема выбросов парниковых газов в Республике Беларусь (Приложение, табл. П.1.3).

Проанализировать:

– структуру выбросов парниковых газов (ПГ) по секторам экономики (Приложение, табл. П.1.3).

– структуру выбросов парниковых газов в энергетике (Приложение, табл. П.1.4).

Сделать рисунок «Структура выбросов парниковых газов в Беларуси в 2014 г.».

Задание 6.3. Выполнять на основании НСУР–2030: гл. 6. «Сохранение природного потенциала для будущих поколений и улучшение окружающей среды», п. 6.1. «Экологическая безопасность и благоприятная окружающая среда».

Изучить основные направления государственной политики в области защиты атмосферного воздуха, которые позволяют определить путь к достижению целевых значений, выраженных посредством показателей экологической нагрузки. Результаты исследований представить по предложенной форме; заполнить табл. 6.1.

Государственная политика в области улучшения качества атмосферного воздуха на период до 2030 г.

Цель защиты атмосферного воздуха –

Приоритетные направления деятельности –

Таблица 6.1

Показатели экологической нагрузки на период до 2030 г., %

Показатель	Годы			
	2015	2020	2025	2030
Индекс выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и мобильных источников, к уровню 2010 г.				
Уровень снижения выбросов парниковых газов, к уровню 1990 г.				

Задание 6.4. ТЭС работает на каменном угле. Ежегодный выброс золы составляет 300 тыс. т (M_1). По направлению ветра зона активного загрязнения (ЗАЗ) близка к круговой. Среднегодовое значение температуры (Δt) выброса загрязняющих веществ (ЗВ) при его выходе из трубы равно 150 °С.

Предприятие расположено на территории южнее 50° северной широты со среднегодовым количеством осадков 500 мм. Среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера (u) равно 4 м/с.

Общая площадь ЗАЗ составляет 14000 га. В зону ЗАЗ попадают разные по назначению территории: населенные пункты (средняя плотность населения в которых 50 чел./га) площадью 1400 га; леса 2-й группы – 5000 га; пашня – 4000 га; дачные участки – 3600 га.

На ТЭС планируется установка электрофильтров, которые уменьшат выбросы золы и пыли на 40 % (M_2). Улавливаемые пыль и зола в количестве M_3 будут использованы в производстве строительных материалов и конструкций по цене 2 усл. ед. за 1 т.

Используя данные для расчета (табл. 6.2–6.3), рассчитать экономический эффект Э, чистый годовой экономический эффект R , экономическую эффективность установки электрофильтров Э_э, срок окупаемости капиталовложений T_p . Результаты расчетов оформить в виде табл. 6.4.

Таблица 6.2

Исходные данные для расчета

Вариант	Показатель		
	Высота трубы h , м	Капитальные вложения K , млн усл. ед.	Эксплуатационные расходы C , млн усл. ед.
1	170	1,6	0,08
2	175	1,7	0,08
3	180	1,8	0,09
4	185	1,9	0,09
5	190	2,0	0,10
6	195	2,1	0,10
7	200	2,2	0,11
8	205	2,3	0,11
9	210	2,4	0,12
10	215	2,5	0,12
11	220	2,6	0,13
12	225	2,7	0,13

Окончание табл. 6.2

Вариант	Показатель		
	Высота трубы <i>h</i> , м	Капитальные вложения <i>K</i> , млн усл. ед.	Эксплуатационные расходы <i>C</i> , млн усл. ед.
13	230	2,8	0,14
14	235	2,9	0,14
15	240	3,0	0,15
16	245	3,1	0,15
17	250	3,2	0,16
18	255	1,6	0,17
19	260	1,7	0,17
20	265	1,8	0,18
21	270	1,9	0,18
22	275	2,0	0,19
23	280	2,1	0,19
24	285	2,2	0,20
25	290	2,3	0,20

Таблица 6.3

**Значение показателя относительной опасности
загрязнения d_j атмосферного воздуха**

Тип загрязненной территории	Значение d_j
Курорты, заповедники, санатории, заказники	10,0
Садовые и дачные кооперативы	8,0
Населенные места с плотностью населения n , чел./га	$0,1 \cdot n$
Леса:	
1-я группа	0,2
2-я группа	0,1
Пашня:	
районы южнее 50° северной широты	0,25
районы севернее 50° северной широты	0,1
Сады, виноградники	0,5
Пастбища, сенокосы	0,05

Методика расчета

1. Расчет годового экономического ущерба, наносимого выбросами ЗВ в атмосферу до установки электрофильтров. Экономическая оценка ущерба рассчитывается по формуле

$$Y_1 = \gamma \cdot \delta_{\text{ЗАЗ}} \cdot f \cdot M_1, \quad (6.1)$$

где Y_1 – годовой экономический ущерб до проведения природоохранных мероприятий, усл. ед./год; γ – показатель экономической оценки ущерба, наносимого окружающей среде от выброса в атмосферу одной условной тонны ЗВ ($\gamma = 2,4$ усл. ед./ усл. т); $\delta_{\text{ЗАЗ}}$ – показатель относительной опасности загрязнения для различных реципиентов в зоне активного загрязнения; f – поправка на характер рассеивания примесей в атмосфере. Величина поправки зависит от степени очистки выбросов (η); M_1 – приведенная масса годового выброса примесей до установки электрофильтра, усл. т.

2. Расчет показателя относительной опасности загрязнения атмосферы. Для определения величины $\delta_{\text{ЗАЗ}}$ используется формула:

$$\delta = \delta_{\text{ЗАЗ}} = \sum_{j=1}^N \frac{S_j}{S_{\text{ЗАЗ}}} \delta_j, \quad (6.2)$$

где S_j – площадь j -й категории земель, входящей в ЗАЗ, га; $S_{\text{ЗАЗ}}$ – общая площадь зоны активного загрязнения от источника, га; δ_j – показатель относительной опасности загрязнения воздуха для j -й категории земель (см. табл. 6.3); N – количество категорий земель, входящих в ЗАЗ.

По условию задачи формула расчета $\delta_{\text{ЗАЗ}}$ выглядит следующим образом:

$$\delta = \delta_{\text{ЗАЗ}} = \left(\frac{S_{\text{построек}}}{S_{\text{ЗАЗ}}} \delta_{\text{построек}} \right) + \left(\frac{S_{\text{пашня}}}{S_{\text{ЗАЗ}}} \delta_{\text{пашня}} \right) + \left(\frac{S_{\text{леса}}}{S_{\text{ЗАЗ}}} \delta_{\text{леса}} \right) + \left(\frac{S_{\text{дач. уч.}}}{S_{\text{ЗАЗ}}} \delta_{\text{дач. уч.}} \right). \quad (6.3)$$

Значения показателей относительной опасности загрязнения для пашни, леса, дачных участков и другие выбираются из табл. 6.3.

Показатель относительной опасности загрязнения атмосферы в населенных пунктах (постройки) с плотностью населения n чел./га определяется по формуле

$$\delta_{\text{построек}} = k \cdot n, \quad (6.4)$$

где k – поправочный коэффициент, равный 0,1 га/чел.; n – средняя плотность населения, чел./га.

3. *Расчет показателя экологической опасности загрязнения, который отражает, как загрязняющее вещество рассеивается в атмосфере:*

$$f = \sqrt{\frac{1000(i)}{60(i) + 3 \cdot \delta \cdot h}} \frac{4(i/m)}{1(i/m) + u}, \quad (6.5)$$

где i – ингредиент, отдельное загрязняющее вещество; m – число ингредиентов; h – высота трубы, м; u – среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с.

4. *Расчет годового экономического ущерба, наносимого выбросами загрязняющих веществ в атмосферу после установки электрофильтров.* Годовой экономический ущерб после реализации природоохранного мероприятия определяется по формуле

$$Y_2 = \gamma \cdot \delta_{\text{ЗАЗ}} \cdot f \cdot M_2, \quad (6.6)$$

где f – поправка на характер рассеивания выброшенных загрязнителей; M_2 – приведенная масса годового выброса после установки электрофильтра (по условию задачи составляет 40 % от (M_1), усл. т.

5. *Расчет предотвращенного ущерба.* Предотвращенный ущерб, т. е. ущерб, который не был нанесен окружающей среде в течение года в результате проведения природоохранного мероприятия (т. е. установки электрофильтров), вычисляется по формуле

$$\Pi = Y_1 - Y_2, \quad (6.7)$$

где Π – величина годового предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды, усл. ед./год; Y_1 , Y_2 – величины ущерба до проведения природоохранного мероприятия и остаточного ущерба после осуществления мероприятия, усл. ед./год.

6. *Расчет годового прироста доходов от установки на ТЭС электрофильтров.* Годовой прирост доходов от улучшения производственных результатов определяется по формуле

$$Д = M_3 \cdot z, \quad (6.8)$$

где $Д$ – годовой прирост дохода от установки электрофильтров, усл. ед./год; M_3 – количество дополнительной продукции, полученной предприятием от улучшения экологической ситуации (по условию за-

дачи масса уловленной золы и пыли, реализованной на производство строительных материалов и конструкций, которая равна разности между M_1 и M_2); z – оценка единицы реализуемого товара, усл. ед./т (см. условие задачи).

7. *Расчет годового экономического эффекта.* Экономический эффект (т. е. сумма поступлений в течение года от реализации природоохранных мероприятий) определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \Pi + Д. \quad (6.9)$$

Экономический эффект \mathcal{E} , или результат природоохранных затрат, проявляется в предотвращении экономического ущерба от техногенного воздействия предприятия на окружающую среду и получения дополнительного дохода в результате производственной деятельности предприятий в условиях более благоприятной экологической обстановки.

8. *Расчет приведенных затрат.* Приведенные затраты (т. е. затраты, приведенные к годовой величине, на проведение мероприятий по защите атмосферы) определяются по формуле, в усл. ед./год:

$$З = С + К \cdot E_n, \quad (6.10)$$

где $С$ – эксплуатационные расходы (на ремонт, обслуживание оборудования, поддержание в рабочем состоянии основных фондов природоохранного назначения, в данном случае – электрофильтров, расходующихся в течение года после пуска объекта в эксплуатацию), усл. ед./год; $К$ – капиталовложения (вложения на покупку, установку основных фондов природоохранного назначения), усл. ед.; E_n – нормативный показатель окупаемости капиталовложений, рассчитывается по формуле

$$E_n = \frac{1}{T}, \quad (6.11)$$

где T – период окупаемости для данного вида работ ($T = 8,3$ года):

$$E_n = \frac{1}{8,3} = 0,12;$$

$К \cdot E_n$ – сумма капиталовложений, окупающихся в течение года, т. е. приведение капиталовложений к их годовой величине, усл. ед./год.

9. *Определение чистого экономического эффекта R .* Для определения чистого экономического эффекта, т. е. чистой прибыли в те-

чение года, полученной от проведения природоохранных мероприятий, используется следующая формула, в усл. ед./год:

$$R = \mathcal{E} - \mathcal{C}. \quad (6.12)$$

10. *Расчет экономической эффективности \mathcal{E}_3 комплекса природоохранных мероприятий.* Показатель экономической эффективности средозащитных затрат показывает, во сколько раз затраты окупаются в течение года. Экономическую эффективность определяют как соотношение затрат и результатов (выгод) по формуле

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{C}} = \frac{\text{П} + \text{Д}}{\text{С} + \text{К} \cdot E_n}. \quad (6.13)$$

11. *Расчет фактического показателя окупаемости капиталовложений в природоохранные мероприятия.* Для определения эффективности капиталовложений в природоохранные мероприятия, дающие ежегодный экономический эффект, необходимо из этого эффекта вычесть годовые текущие затраты и полученную разность отнести к величине капиталовложений:

$$E_p = \frac{\mathcal{E} - \text{С}}{\text{К}}. \quad (6.14)$$

Если E_p меньше либо равно 0, то это указывает на невозможность окупаемости капитальных вложений.

Если E_p больше 0, но меньше E_n ($E_n = 0,12$), то это указывает на возможность окупаемости капитальных вложений, но в более длительный период, чем планируется.

Если E_p больше E_n , то это указывает на возможность окупаемости капитальных вложений, но в более короткий срок, чем планировалось.

12. *Расчет срока окупаемости капиталовложений.* Срок окупаемости капиталовложений оценивается по сроку окупаемости проекта, лет:

$$T_p = \frac{1}{E_p} = \frac{\text{К}}{\mathcal{E} - \text{С}}. \quad (6.15)$$

Таблица 6.4

Результаты расчета

Показатель	Значение показателя
1. Годовой экономический ущерб, причиняемый выбросами ЗВ в атмосферу до установки электрофильтров Y_1 , усл. ед./год	
2. Годовой экономический ущерб, причиняемый выбросами ЗВ после проведения природоохранного мероприятия Y_2 , усл. ед./год	
3. Масса годового выброса примесей после установки электрофильтров M_2 , усл. т	
4. Предотвращенный годовой ущерб Π , усл. ед./год	
5. Прирост доходов от улучшения производственных результатов в год D , усл. ед./год	
6. Годовой экономический эффект \mathcal{E} , усл. ед./год	
7. Приведенные затраты Z , усл. ед./год	
8. Чистый годовой экономический эффект R , в усл. ед/год	
9. Экономическая эффективность природоохранных мероприятий \mathcal{E}_3	
10. Срок окупаемости капиталовложений T_p , лет	

Задание 6.5. Установить соответствие групп и мероприятий, направленных на предупреждение загрязнения атмосферного воздуха и снижение содержащихся в нем загрязняющих веществ, заполнив табл. 6.5.

Таблица 6.5

Основные группы и мероприятия по защите атмосферы

Номер п/п	Название группы мероприятий	Мероприятия	Ответ по номеру
1	Планирование мероприятия	1. Оптимальное расположение с учетом «розы ветров» 2. Озеленение городов 3. Сооружение сверхвысоких дымовых труб 4. Внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий 5. Использование экологически чистых видов топлива	

Номер п/п	Название группы мероприятий	Мероприятия	Ответ по номеру
2	Санитарно-технические мероприятия	6. Автоматизация производственных процессов 7. Герметизация технологического и транспортного оборудования. Сооружение автомобильных дорог в обход населенных пунктов 8. Использование возобновляемых источников энергии 9. Создание замкнутых циклов производства	
3	Технологические мероприятия	10. Установление газопылеочистного оборудования 11. Устройство санитарно-защитных зон	

Контрольные вопросы

1. Что такое атмосфера?
2. Дайте характеристику выбросов ЗВ в атмосферный воздух на территории Республики Беларусь.
3. Как рассчитываются выбросы ЗВ мобильными источниками? Какова их доля в общем объеме валовых выбросов ЗВ в Беларуси?
4. Какие газы относят к ПГ? На какой сектор экономики приходятся основные выбросы ПГ? Назовите пути сокращения выбросов ПГ.
5. Назовите основные направления государственной политики Беларуси в области защиты атмосферного воздуха.
6. Какие намечены целевые показатели в области улучшения качества атмосферного воздуха в НСУР–2030?
7. Назовите основные группы мероприятий, направленные на защиту атмосферного воздуха, и дайте их характеристику.
8. От чего зависит годовой экономический эффект природоохранных мероприятий? В чем он измеряется?
9. Как определяются приведенные затраты?
10. От чего зависит фактический показатель окупаемости капиталовложений?

Глава 7. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГИДРОСФЕРУ. ЗАЩИТА ГИДРОСФЕРЫ

Цели работы:

1. Описать основные экозащитные мероприятия, проводимые в Республике Беларусь с целью защиты поверхностных вод от загрязнения.
2. Изучить основные направления экологической политики Беларуси в области рационального использования водных ресурсов.
3. Изучить методику расчета экономической эффективности комплекса водоохраных мероприятий.

Теоретическая часть

Ресурсы пресных вод имеют большое экологическое и экономическое значение. В связи с этим эффективное управление водными ресурсами – одна из важнейших задач устойчивого развития страны в целом.

Возобновляемые ресурсы пресных вод Республики Беларусь представлены речным стоком и подземными водами, объем которых формируется в естественных условиях за счет выпадения осадков на территории страны (внутренний сток), а также притока речных и подземных вод из сопредельных стран. Общий объем годового стока рек определяется на основе измерения уровней и расхода воды.

Естественные ресурсы пресных подземных вод представляют собой суммарный расход потока подземной воды, который обеспечен инфильтрацией атмосферных осадков. Величина инфильтрационного питания водоносных горизонтов зоны активного водообмена составляет 10–20 % от средней многолетней величины атмосферных осадков. В общем стоке рек Беларуси на долю подземных вод приходится 27 %.

Основным источником поверхностных водных ресурсов страны являются средние и крупные реки, объем водного стока которых в средние по водности годы, как правило, не превышает 57900 млн м³ в год. По территории страны протекают семь крупных рек длиной более 500 км: Западная Двина, Неман, Виляя, Днепр, Березина, Сож и Припять, шесть из них (за исключением Березины) являются трансграничными.

Важнейшая и наиболее сложная проблема – защита поверхностных вод от загрязнения. С этой целью предусматриваются следующие экозащитные мероприятия:

- переход на замкнутые циклы водопользования;
- внедрение систем оборотного и повторного водоснабжения;
- очистка сточных вод;
- замена водоемких процессов безводными или маловодными;
- закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты;
- установление водоохраных зон и лесозащитных зон и др.

Замкнутый цикл водопользования – это система промышленного водоснабжения и водоотведения, в которой многократное использование воды в одном и том же производственном процессе осуществляется без сброса сточных и других вод в природные водоемы.

Оборотное водоснабжение – это техническая система, при которой предусмотрено многократное использование в производстве отработанных вод (после их очистки и обработки) при очень ограниченном их сбросе (до 3 %) в водоемы. При организации системы оборотного водоснабжения в нее включают ряд очистных сооружений и установок, что позволяет создать практически замкнутый цикл использования производственных и бытовых сточных вод.

Показатель «повторное и оборотное использование пресной воды» характеризует доленое участие повторно используемой и оборотной воды в общем объеме воды, расходуемой на производственные нужды. Он определяет процентную долю воды, сэкономленной благодаря применению систем оборотного и повторного использования вод в целом для страны и по видам экономической деятельности.

В течение последних 15 лет (2000–2015 гг.) в Беларуси отмечается уменьшение объемов воды в системах оборотного и повторного водоснабжения с 6155 млн м³ в 2000 г. до 5414 млн м³ в 2015 г. Причем доля оборотной воды в общем объеме воды, используемой на производственные нужды, увеличилась с 89 до 93 % (Приложение, табл. П.1.5). Причины сокращения объемов повторно используемой и оборотной воды, как правило, обусловлены изменением технологических параметров работы предприятий, изменением технологии производства и др. В сфере промышленного производства основной объем оборотного водоснабжения приходится на производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 49–55 % (Приложение, табл. П.1.6).

Главный загрязнитель поверхностных вод – сточные воды, поэтому разработка и внедрение эффективных методов очистки сточных вод представляется экологически важной задачей.

Очистка сточных вод – это обработка воды для разрушения или удаления из нее определенных веществ. Основные способы очи-

стки сточных вод: гидромеханические, физико-химические, химические, биологические. В зависимости от степени вредности и характера загрязнений очистка сточных вод может производиться каким-либо одним способом или комплексом методов.

Показатель «отведение сточных вод в водные объекты» определяет уровень и характер нагрузки на реки и водоемы страны, позволяет получить информацию для совершенствования механизмов охраны водных объектов и оценки принятых мер по повышению степени очистки сточных вод.

На протяжении 2000–2015 гг. наблюдается устойчивое – из года в год сокращение общего количества сточных вод, поступающих в реки Беларуси. Отведение сточных вод в 2015 г. сократилось по сравнению с 2000 г. на 303 млн м³ и составило 870 млн м³ (Приложение, табл. П.1.7). При этом на региональном уровне объем отведенных в водные объекты сточных вод в 2015 г. возрос только в Брестской области. Здесь по отношению к 2000 г. он увеличился на 12 % (Приложение, табл. П.1.8). Для остальных областей и г. Минска наблюдается тенденция к сокращению объемов отведенных в реки сточных вод.

В сфере промышленного производства основным поставщиком сточных вод в водные объекты является электроэнергетика. На долю производства и распределения электроэнергии, газа и воды приходится 57–62 % от общего количества отведенных сточных вод (Приложение, табл. П.1.9).

Сточные воды в зависимости от степени очистки классифицируют на следующие категории: не требующие очистки; нормативно очищенные; недостаточно очищенные. Среди категорий сточных вод, отводимых в водные объекты, количественно преобладают нормативно-очищенные воды, причем их доля в общем объеме сократилась с 75,2 % в 2000 г. до 71 % в 2015 г. Значительно возросла доля сточных вод, не требующих очистки (на 5,6 %) и в 2015 г. составила 246 млн м³. Объем недостаточно очищенных вод, отведенных в поверхностные воды, за исследуемый период сократился в 4,2 раза и составил в 2015 г. 6 млн м³ (Приложение, табл. П.1.10).

С целью уменьшения загрязнения рек необходимы мероприятия по интенсификации очистки и доочистки сточных вод. Современная система канализации предусматривает, как правило, совместную очистку сточных вод промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства городов Беларуси на единых очистных сооружениях, суммарная мощность которых за 15-летний период посто-

янно увеличивалась и в 2015 г. составила 1871,1 млн м³. В то же время фактический объем нормативно очищенных и недостаточно очищенных сточных вод, поступивших в водные объекты в 2015 г., не превышал 624 млн м³ (Приложение, табл. П.1.10). Таким образом, объекты очистки сточных вод в городах страны, как правило, используются не на полную мощность. Кроме того, имеются случаи перегрузки очистных сооружений, требующих реконструкции или находящихся в процессе реконструкции (например, в г. Гродно). В результате в водные объекты поступают недостаточно очищенные сточные воды, содержащие различные ЗВ.

Перед выпуском в водные объекты коммунально-бытовые и производственные сточные воды, поступающие в системы водоотведения, подвергаются, как правило, очистке в искусственных (около 90 % от общего объема сточных вод) или в естественных условиях на полях фильтрации (до 1,5 % от общего объема сточных вод), с последующей фильтрацией в грунт. До 30 % биологически очищенных сточных вод подвергаются дополнительной очистке (доочистке) в естественных условиях (в биологических прудах доочистки).

Поскольку все эксплуатируемые городские очистные сооружения канализации предназначены для очистки коммунально-бытовых сточных вод, очистка сточных вод промышленных предприятий от специфических ингредиентов, а также снижение концентраций загрязнений токсикологической группы до параметров, близких к бытовому стоку, должна осуществляться на локальных очистных сооружениях предприятий. Однако более 80 % локальных очистных объектов предприятий, построенных в 1970–1980-х гг., в значительной степени изношены, требуют реконструкции и перехода на новые, более эффективные методы обработки сточных вод.

Для повышения эффективности очистки сточных вод, уменьшения сброса ЗВ в поверхностные воды и снижения загрязнения грунтовых вод от полей фильтрации необходимо проведение следующих мероприятий: продолжить строительство новых и реконструкцию действующих очистных сооружений, насосных станций, канализационных сетей в городских и сельских населенных пунктах.

Практическая часть

Задание 7.1. Выполнять на основании данных статистических ежегодников.

Охарактеризовать динамику использования воды в системах оборотного и повторного (последовательного) водоснабжения:

– по областям и областным городам Беларуси (Приложение, табл. П.1.5, рис. П.1.3);

– видам экономической деятельности (Приложение, табл. П.1.6).

Объяснить причины изменения объемов повторно используемой и оборотной воды.

Задание 7.2. Выполнять на основании данных статистических ежегодников.

Проанализировать динамику сброса сточных вод в водные объекты:

– по областям Республики Беларусь и г. Минску (Приложение, табл. П.1.7, П.1.8);

– видам экономической деятельности (Приложение, табл. П.1.9);

– по степени очистки (Приложение, табл. П.1.10).

Предложить мероприятия для повышения эффективности очистки сточных вод.

Задание 7.3. Выполнять на основании НСУР–2030: гл. 6. «Сохранение природного потенциала для будущих поколений и улучшение окружающей среды», п. 6.2. «Рациональное использование природно-ресурсного потенциала».

Изучить государственную политику в области сохранения водных ресурсов. Результаты исследований представить по предложенной форме. Заполнить табл. 7.1.

Рациональное использование водного потенциала в Республике Беларусь на период до 2030 г.

Основная цель в области сохранения водного потенциала страны –

Поставленные задачи –

Приоритетные направления деятельности –

Таблица 7.1

Показатели экологической нагрузки и использования водных ресурсов на период до 2030 г., %

Показатель	Годы			
	2015	2020	2025	2030
Индекс сброса недостаточно очищенных вод в водные объекты к уровню 2015 г.				
Использование воды в системе оборотного и повторного (последовательного) водоснабжения				

Задание 7.4. С целью уменьшения загрязнения рек предусмотрены мероприятия по интенсификации очистки и доочистки сточных вод.

Рассчитать предотвращенный экономический ущерб в результате строительства на участке реки новых (или реконструкции действующих) очистных сооружений, а также чистый экономический эффект, получаемый в течение года, экономическую эффективность затрат и срок окупаемости проекта. Данные для расчетов по вариантам приведены в табл. 7.2.

В составе сточных вод в поверхностные объекты сбрасываются загрязняющие вещества, концентрация которых приведена в табл. 7.3.

Принимать: для вариантов 1–10 – сброс сточных вод объемом V_1 ; для вариантов 11–20 – сброс сточных вод объемом V_2 .

Таблица 7.2

Объем сточных вод, значение коэффициента (d_k), капитальные вложения K , эксплуатационные расходы C

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Объем сточных вод, млн м ³ /год:										
V_1	5	6	4	7	10	12	14	20	22	26
V_2	8	9	7	10	14	18	16	19	24	30
Значение d_k	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,3	2,4	2,5
Капитальные вложения K , млн усл. ед.	2,0	3,0	4,0	5,2	6,2	7,2	8,0	11,0	19,9	22,0
Эксплуатационные расходы C , млн усл. ед.	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,4

Таблица 7.3

Концентрация загрязняющих веществ, сброшенных в составе сточных вод в водные объекты, до и после очистки

Показатель	Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах, г/м ³		Значение A_i , усл. т/т
	До очистки C_{1i}	После очистки C_{2i}	
Взвешенные вещества	300	80	0,05
СПАВ	6	1,5	2

Показатель	Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах, г/м ³		Значение A _i , усл. т/т
	До очистки C _{1i}	После очистки C _{2i}	
Нефть	0,7	0,1	20
Масло	3	0,2	100
Азот общий	35	2	0,1
Сульфаты	50	16	0,2
Хлориды	40	6	0,3
БПК	100	50	0,33

Методика расчета

1. Расчет общей массы годового сброса источником загрязнения *i*-го вещества до проведения водоохранных мероприятий:

$$m_{1i} = C_{1i} \cdot V \cdot 10^{-6}, \quad (7.1)$$

где m_{1i} – масса годового сброса *i*-го ЗВ, т/год; C_{1i} – концентрация *i*-го ЗВ в сточных водах до проведения водоохранных мероприятий, г/м³ (табл. 7.3); V – объем годового сброса сточных вод данным источником, м³/год; 10^{-6} – коэффициент пересчета грамм в тонны.

2. Расчет приведенной массы годового сброса всех примесей со сточными водами до проведения водоохранных мероприятий, т. е. той массы загрязняющего вещества, которая наносит реальный вред окружающей среде:

$$M_1 = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_{1i}, \quad (7.2)$$

где M_1 – приведенная масса годового сброса всех примесей до проведения водоохранных мероприятий, усл. т/год; A_i – показатель относительной опасности сброса *i*-го вещества в водоемы, усл. т/т; m_{1i} – масса годового сброса *i*-го вещества до проведения водоохранных мероприятий, т/год; i (1, 2, ..., n) – номер сбрасываемой примеси; n – общее число примесей, сбрасываемых данным источником.

3. Расчет годового экономического ущерба, т. е. ущерба, нанесенного водным ресурсам, сбросом в водоемы сточных вод в течение года до проведения водоохранных мероприятий:

$$Y_1 = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M_1, \quad (7.3)$$

где Y_1 – экономический ущерб от сброса сточных вод до проведения водоохраных мероприятий, усл. ед./год; γ – показатель экономического ущерба, наносимого водным ресурсам сбросом 1 усл. т загрязнений ($\gamma = 400$ усл. ед./ усл. т); σ_k – показатель относительной опасности загрязнений для каждого водохозяйственного участка (табл. 7.2).

4. Расчет общей массы годового сброса источником загрязнения i -го вещества после проведения водоохраных мероприятий, т/год:

$$m_{2i} = C_{2i} \cdot V \cdot 10^{-6}, \quad (7.4)$$

где C_{2i} – концентрация i -го вещества в сточных водах после проведения водоохраных мероприятий, г/м³ (табл. 7.3).

5. Расчет приведенной массы годового сброса всех примесей со сточными водами после проведения водоохраных мероприятий, усл. т/год:

$$M_2 = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_{2i}. \quad (7.5)$$

6. Расчет годового экономического ущерба, т. е. ущерба, нанесенного водным ресурсам, сбросом в водоемы сточных вод в течение года после проведения водоохраных мероприятий, усл. ед./год:

$$Y_2 = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M_2. \quad (7.6)$$

7. Расчет предотвращенного ущерба в течение года при сбросе сточных вод – ущерба, который не нанесли благодаря проведению водоохраных мероприятий:

$$\Pi = Y_1 - Y_2, \quad (7.7)$$

где Y_2 – остаточный ущерб от сброса в водоемы очищенных вод, усл. ед./год.

8. Расчет годового экономического эффекта Э. Экономический эффект или результат природоохранных затрат, проявляется при предотвращении экономического ущерба от техногенного воздействия предприятия на окружающую среду и получении дополнительного дохода в результате производственной деятельности предприятий в условиях более благоприятной экологической обстановки. В виде формулы экономический эффект можно выразить следующим образом:

$$\text{Э} = \text{П} + \text{Д}, \quad (7.8)$$

где П – величина годового предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды, усл. ед./год; Д – годовой прирост дохода от улучшения производственных результатов, усл. ед./год.

Поскольку в нашей задаче не учитывается показатель Д (доход от получения экономической продукции при улучшении производственных показателей, а также эффект от извлечения ценных веществ из сточных вод), то формула расчета экономического эффекта природоохранных затрат приобретает следующий вид:

$$\text{Э} = \text{П}. \quad (7.9)$$

9. Расчет приведенных затрат определяется по формуле, в усл. ед./год:

$$\text{З} = \text{С} + \text{К} \cdot E_n, \quad (7.10)$$

где З – затраты, приведенные к годовой величине на проведение водоохраных мероприятий, в усл. ед./год; С – эксплуатационные расходы (на ремонт, обслуживание оборудования, поддержание в рабочем состоянии основных фондов природоохранного назначения, в данном случае водоохранного назначения, расходующихся в течение года после пуска объекта в эксплуатацию), усл. ед./год; К – капиталовложения (вложение на покупку и установку оборудования природоохранного назначения до пуска объектов в эксплуатацию, т. е. вложение средств в создание основных фондов природоохранного назначения), усл. ед.; E_n – нормативный показатель окупаемости капиталовложений, рассчитывается по следующей формуле:

$$E_n = \frac{1}{T}, \quad (7.11)$$

где T – период окупаемости для данного вида работ ($T = 8,3$ года), тогда

$$E_n = \frac{1}{8,3} = 0,12;$$

$\text{К} \cdot E_n$ – определение суммы капиталовложений, окупающихся в течение года, т. е. приведение капиталовложений к их годовой величине, усл. ед./год.

10. *Определение чистого годового экономического эффекта R* проводится по формуле

$$R = \mathcal{E} - \mathcal{C}, \quad (7.12)$$

где R – чистая прибыль в течение года, полученная от проведения природоохранных мероприятий, усл. ед./год.

11. *Расчет экономической эффективности \mathcal{E}_o комплекса водоохраных мероприятий.* Экономическая эффективность показывает, во сколько раз затраты окупают себя в течение года. Экономическую эффективность (\mathcal{E}_o) определяют как соотношение затрат и результатов (выгод) по формуле

$$\mathcal{E}_o = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{C}} = \frac{\Pi + Д}{\mathcal{C} + K \cdot E_n}. \quad (7.13)$$

12. *Расчет эффективности капиталовложений в природоохранные мероприятия.* Для определения эффективности капиталовложений в природоохранные мероприятия, дающие ежегодный экономический эффект, необходимо из этого эффекта вычесть годовые текущие затраты и полученную разность отнести к величине капиталовложений:

$$E_p = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{C}}{K}. \quad (7.14)$$

Если E_p меньше либо равно 0, то это указывает на невозможность окупаемости капитальных вложений.

Если E_p больше 0, но меньше E_n ($E_n = 0,12$), то это указывает на возможность окупаемости капитальных вложений, но в более длительный период, чем планируется.

Если E_p больше E_n , то это указывает на возможность окупаемости капитальных вложений, но в более короткий срок, чем планировалось.

13. *Расчет срока окупаемости капиталовложений* оценивается по сроку окупаемости проекта:

$$T_p = \frac{1}{E_p} = \frac{K}{\mathcal{E} - \mathcal{C}}, \quad (7.15)$$

где T_p – срок окупаемости капиталовложений, лет.

Структура ответа

Анализируется:

- годовой экономический эффект, представленный суммой предотвращенных ущербов в течение года ($\Xi = \Pi$);
- чистый экономический эффект от реализации водоохранных мероприятий (R);
- экономическая эффективность, которая указывает на эффективность (неэффективность) водоохранных затрат (Ξ_3).

Делаются выводы:

- о том, что затраты себя оправдали (не оправдали);
- расчетный показатель окупаемости капиталовложений значительно выше (ниже) нормативного показателя окупаемости капиталовложений, что указывает на окупаемость (неокупаемость) вложенных средств (E_p сравнивается с E_n);
- вложенные средства окупаются в течение периода T_p .

Задание 7.5. Определить экономическую эффективность комплекса водоохранных мероприятий, если известно, что капитальные вложения составляют 170 млн р.; текущие затраты – 30 млн р.; величина ущерба до проведения мероприятия – 190 млн р.; величина ущерба после проведения мероприятий – 138 млн р.; годовой прирост дохода от улучшения производственных результатов – 8 млн р.; нормативный показатель окупаемости капиталовложений (E_n) равен 0,12.

Методика расчета

1. Рассчитать величину *годового предотвращения экономического ущерба от загрязнения среды*, используя формулу:

$$\Pi = Y_1 - Y_2, \quad (7.1)$$

где Y_1 и Y_2 – величины ущерба до проведения природоохранных мероприятий и остаточного ущерба после осуществления мероприятий, соответственно, млн р.

2. Произвести *Расчет экономического эффекта* Ξ , который представляет собой сумму предотвращенного экономического ущерба и дополнительного дохода от улучшения производственной деятельности предприятий в условиях улучшения экологической обстановки и рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = \Pi + Д, \quad (7.2)$$

где \mathcal{E} – экономический эффект, млн р./год; Π – величина годового предотвращенного ущерба, млн р.; $Д$ – годовой прирост дохода от улучшения производственных результатов, млн р.

3. *Расчет экономической эффективности.* Экономическая эффективность показывает, во сколько раз затраты окупают себя в течение года. Экономическую эффективность (\mathcal{E}_3) определяют как соотношение затрат и результатов (выгод), используя формулу

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}}{З} = \frac{\Pi + Д}{С + К \cdot E_n}, \quad (7.3)$$

где $З$ – затраты, приведенные к годовой величине на проведение водоохраных мероприятий, в млн р./год; $С$ – эксплуатационные расходы (текущие затраты на ремонт, обслуживание оборудования, поддержание в рабочем состоянии основных фондов природоохранного назначения, в данном случае водоохранного назначения, расходуемых в течение года после пуска объекта в эксплуатацию), млн р./год; $К$ – капиталовложения (вложение на покупку и установку оборудования природоохранного назначения до пуска объектов в эксплуатацию, т. е. вложение средств в создание основных фондов природоохранного назначения), млн р.; E_n – нормативный показатель окупаемости капиталовложений.

Структура ответа

Делается вывод: об экономической эффективности комплекса водоохраных мероприятий.

Задание 7.6. Определить, какому из вариантов природоохранных мероприятий следует отдать предпочтение, если известно:

- вариант 1. Капитальные вложения – 130 усл. ед.; текущие затраты – 20 усл. ед.;
- вариант 2. Капитальные вложения – 125 усл. ед.; текущие затраты – 25 усл. ед.;
- вариант 3. Капитальные вложения – 120 усл. ед.; текущие затраты – 30 усл. ед.;
- вариант 4. Капитальные вложения – 115 усл. ед.; текущие затраты – 35 усл. ед.;

– вариант 5. Капитальные вложения – 110 усл. ед.; текущие затраты – 40 усл. ед.

– нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений – 0,12.

Методика расчета

Методика расчета сравнительной эффективности природоохранных затрат используется: при разработке долгосрочных природоохранных проектов, программ по охране окружающей среды, выборе варианта внедрения новой техники или технологий, направленных на экологизацию производства.

В основу методики определения сравнительной экономической эффективности положен *подход «затраты – эффективность»*. В этом случае стоит задача – не определить эффект, выгоды от реализации мероприятия для последующего сопоставления с затратами, а найти такой вариант развития, который бы обошелся минимальными затратами для достижения поставленной цели.

При выборе варианта предпочтение должно отдаваться варианту с наименьшей величиной совокупных текущих затрат и капиталовложений, приведенных к единой размерности с помощью норматива эффективности:

$$C + K \cdot E_n \rightarrow \min. \quad (7.1)$$

Такой подход удобен в том случае, когда определить экономические выгоды/эффекты от реализации природоохранного проекта сложно, однако для общества этот проект очень важен.

Структура ответа

Делается вывод: варианту развития природоохранных мероприятий, в котором для достижения поставленной цели затраты минимальны, следует отдать предпочтение.

Задание 7.7. Установить соответствие методов и процессов очистки сточных вод от примесей. Результаты ответов занести в табл. 7.4.

Основные способы и методы очистки сточных вод

Номер п/п	Методы очистки	Процессы очистки	Ответ по номеру
1	Гидромеханическая очистка	1. Флотация	
2	Физико-химическая очистка	2. Фильтрация 3. Нейтрализация 4. Коагуляция 5. Анаэробная очистка 6. Экстракция 7. Центрифугирование 8. Флокуляция 9. Окисление 10. Восстановление	
3	Химическая очистка	11. Ионный обмен 12. Ультрафильтрация 13. Процеживание 14. Адсорбция	
4	Биологическая очистка	15. Аэробная очистка 16. Отстаивание	

Контрольные вопросы

1. Как формируются возобновляемые ресурсы пресных вод в Республике Беларусь?
2. Какие Вы знаете экозащитные мероприятия, направленные на защиту поверхностных вод?
3. Что представляет собой очистка сточных вод? Назовите основные способы очистки сточных вод.
4. Что такое оборотное водоснабжение?
5. Как развито оборотное и повторное водоснабжение в Беларуси?
6. Дайте характеристику показателя «отведение сточных вод в водные объекты» по Республике Беларусь.
7. Какие Вы знаете мероприятия, направленные на повышение эффективности использования и охраны водных ресурсов?
8. Назовите показатели экологической нагрузки и использования водных ресурсов и прогнозируемые в 2030 г. по ним результаты.
9. Как проводится расчет приведенной массы годового сброса загрязняющих веществ в водные объекты?
10. Как определяется экономический эффект?
11. Что показывает экономическая эффективность природоохранных мероприятий?

Глава 8. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛИТОСФЕРУ. ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ

Цели работы:

1. Изучить процессы деградации земель: эрозия, радиоактивное загрязнение почв, образование отходов и мероприятия по защите земельных ресурсов.
2. Изучить основные направления государственной политики Беларуси в сфере обращения с отходами.
3. Изучить методику расчета экономической эффективности комплекса противоэрозионных мероприятий.

Теоретическая часть

Земля является важнейшим компонентом природной среды, главным средством производства в ряде отраслей народного хозяйства и, в первую очередь, в сельском и лесном хозяйстве.

Земельные ресурсы – это та часть мирового земельного фонда, которая пригодна для хозяйственного использования.

Площадь земель Республики Беларусь составляет 20760,0 тыс. га. По данным Государственного земельного кадастра Республики Беларусь, сельскохозяйственные земли в 2014 г. занимали 8623,3 тыс. га или 41,6 % земель страны.

Сельскохозяйственные земли – земли, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции, залежные земли, земли под постоянными культурами и луговые земли.

Рациональное землепользование может повышать естественное плодородие почв, улучшать состояние земельных ресурсов, увеличивать природный потенциал плодородия. Однако при неправильном, расточительном хозяйствовании происходят значительные потери земельного фонда. Из всех видов деградации земель в Беларуси эрозия является наиболее выраженной.

Эрозия почвы – разрушение верхнего плодородного слоя почвы водными потоками и ветром с последующим перемещением продуктов разрушения и их переотложением на других участках.

Общая площадь эродированных земель в 2014 г. на территории страны составляет 556, 5 тыс. га или 6,3 % сельскохозяйственных земель страны, из них пашня – 479,5 тыс. га или 8,7 % земель (табл. 8.1). При этом площадь сельскохозяйственных земель, подверженных одной эрозии, составляет 85 %, ветровой – 15 %.

Водная эрозия возникает в результате стока талых и ливневых вод; наибольших размеров она достигает на распаханых склонах, особенно легкого механического состава. Ветровая эрозия (дефляция) наблюдается в любое время года и при любой силе ветра, но наиболее интенсивно проявляется весной при сильных ветрах, когда почва взрыхлена и не покрыта растительностью. В большей степени ветровой эрозии подвержены почвы легкого механического состава. Проявление эрозионных процессов имеет региональный характер. В белорусском Поозерье и Центральной Беларуси наиболее активно протекают водно-эрозионные процессы. В белорусском Полесье заметное развитие получили процессы ветровой эрозии, где значительные площади занимают песчаные и мелиорированные торфяно-болотные почвы. Наиболее выражены эрозионные процессы на землях сельскохозяйственного использования, что обусловлено постоянной трансформацией верхнего горизонта почв в результате распашки земель. При этом наблюдается значительное снижение урожая возделываемых культур на эродированных разновидностях почв от 5 до 60 %.

Таблица 8.1

Площадь земель Беларуси, подверженных эрозии в 2014 г., тыс. га [17]

Область	Площадь земель, подверженных водной и ветровой эрозии		Площадь земель, подверженных ветровой эрозии		Площадь земель, подверженных водной эрозии	
	Всего	Из них пашня	Всего	Из них пашня	Всего	Из них пашня
Брестская	51,0	43,0	11,5	10,3	39,4	32,7
Витебская	1231,1	100,8	4,2	3,7	116,9	97,1
Гомельская	33,7	30,2	21,8	19,6	11,9	10,7
Гродненская	107,1	99,4	21,5	20,5	85,7	78,9
Минская	130,6	108,6	21,4	9,1	109,2	99,5
Могилевская	113,0	97,5	2,7	2,2	110,3	95,2
Республика Беларусь	556,5	479,5	83,2	65,4	473,3	414,1

В целях борьбы с эрозией необходимо осуществлять систему организационно-хозяйственных, технологических, агротехнических, лесо- и гидромелиоративных противоэрозионных мероприятий. В условиях Беларуси к таким мероприятиям относятся: запрещение или ограничение рубки леса в эрозионно опасных местах, регулиро-

вание пастьбы скота, соблюдение правил вспашки земель и сева на крутых склонах (поперек склона), регулирование стока, укрепление оврагов, склонов, залужение эродированных земель и т. д.

Радиоактивное загрязнение природной среды является наиболее серьезной экологической и социально-экономической проблемой Беларуси. В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению ^{137}Cs с плотностью свыше 37 кБк/м^2 подверглось 23 % территории страны площадью 46,65 тыс. км². Одновременно 10 % территории страны была загрязнена ^{90}Sr с плотностью свыше $5,6 \text{ кБк/м}^2$ и 2 % – радионуклидами трансурановой группы ($^{239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am) с плотностью свыше $3,7 \text{ кБк/м}^2$.

За послеаварийный период (прошло более 30 лет) концентрация долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве уменьшилась примерно на 40 %. В категорию незагрязненных перешли 497 тыс. земель, ранее загрязненных ^{137}Cs , а площадь загрязненных ^{90}Sr земель уменьшилась вдвое – до 322 тыс. га.

По состоянию на 1.01.2015 г., сельскохозяйственное производство ведется на 941,3 тыс. га земель, загрязненных ^{137}Cs (табл. 8.2).

Таблица 8.2

**Плотность загрязнения сельскохозяйственных земель ^{137}Cs
по административным областям Беларуси (на 01.01.2015 г.) [17]**

Область	Площадь, тыс. га	Всего загрязнено > 37 кБк/м ² (> 1,0 Ки/км ²)		В % по зонам загрязнения, кБк/м ² (Ки/км ²)		
		тыс. га	%	37–184 (1,0–4,9)	185–554 (5,0–14,9)	555–1476 (15,0–39,9)
Брестская	1201,5	52,6	4,4	96,9	3,1	–
Витебская	1286,6	0,3	0,0	100,0	–	–
Гомельская	1208,6	561,7	46,5	74,7	22,0	3,4
Гродненская	1090,8	20,8	1,9	98,5	1,5	–
Минская	1606,4	50,0	3,1	99,2	0,8	–
Могилевская	1111,6	255,9	23,0	78,7	19,4	1,9
Республика Беларусь	7505,5	941,3	12,5	78,8	18,6	2,6

Основные массивы сельскохозяйственных земель, загрязненных ^{137}Cs , сосредоточены в Гомельской (46,5 % от общей площади) и Могилевской (23,0 %) областях.

Загрязнение территории ^{90}Sr имеет более локальный характер. Распределение площадей сельскохозяйственных земель, загрязненных ^{90}Sr с плотностью более $5,6 \text{ кБк/м}^2$ (более $0,15 \text{ Ки/км}^2$), по областям Беларуси приведено в табл. 8.3.

Из общей площади земель, загрязненных ^{90}Sr (321,7 тыс. га), 308,3 тыс. га сельскохозяйственных земель сосредоточены в Гомельской области.

Таблица 8.3

**Плотность загрязнения сельскохозяйственных земель ^{90}Sr
по административным областям Беларуси (на 1.01.2015 г.) [17]**

Область	Площадь, тыс. га	Всего загрязнено > 5,6 кБк/м ² (> 0,15 Ки/км ²)		В % по зонам загрязнения, кБк/м ² (Ки/км ²)		
		тыс. га	%	5,6–11,0 (0,15–0,30)	11,1–37,0 (0,31–1,00)	37,1–107,0 (1,01–2,99)
Брестская	1201,5	0,9	0,1	100,0	–	–
Гомельская	1208,6	308,3	25,5	56,2	37,5	6,3
Могилевская	1111,6	12,5	1,1	99,6	0,4	–
Республика Беларусь	7505,5	321,7	4,3	57,9	35,9	6,2

Загрязнение почвы изотопами плутония с уровнем более $0,37 \text{ кБк/м}^2$ обнаружено на 2 % площади Беларуси в Гомельской области и Чериковском районе Могилевской области. Содержание плутония в почве более $3,7 \text{ кБк/м}^2$ характерно только для 30-километровой зоны ЧАЭС.

На территории белорусского сектора 30-километровой зоны ЧАЭС и прилегающих к ней землях площадью 216 тыс. га, с которой было отселено население, создан Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЗ). Большая часть зоны отчуждения не может быть возвращена в сельскохозяйственный оборот даже в отдаленной перспективе вследствие высокой плотности загрязнения многими долгоживущими радионуклидами – цезием-137, стронцием-90, плутонием-238, -239, -240, -241, америцием-241.

Меры по обеспечению в стране экологической безопасности в связи с радиоактивным загрязнением территории включают в себя следующие основные направления деятельности.

Первое направление касается дезактивации территории, утилизации и захоронения радиоактивных отходов. Дезактивация социально значимых объектов – детских дошкольных учреждений, учебных заведений, учреждений здравоохранения – завершена к 2010 г.

Второе направление имеет отношение к ведению сельского хозяйства на загрязненных территориях. Защитные мероприятия в сельском хозяйстве представляют собой комплекс организационных, агротехнических, агрохимических, зооветеринарных мероприятий, направленных на получение продуктов питания и сырья, отвечающих санитарно-гигиеническим нормам по содержанию радионуклидов, обеспечение радиационной безопасности сельскохозяйственных работ. Известкование кислых почв, внесение повышенных доз минеральных удобрений, подбор культур и сортов, в минимальной степени накапливающих радионуклиды, являются наиболее эффективными в комплексе защитных мер. Эти меры, обеспечивая уменьшение перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr из почвы в растения, одновременно направлены на повышение урожайности сельскохозяйственной продукции и плодородия.

Третье направление, связанное с защитными мерами в лесном хозяйстве, способствует усилению экологической роли леса как биогеохимического барьера, препятствующего выносу радионуклидов за пределы загрязненной территории.

Четвертое направление, предусматривающее меры по реабилитации загрязненных территорий и содержанию зон отчуждения и отселения, отвечает за проведение работ по переводу радиационно опасных земель в сельскохозяйственное использование.

Рациональное и эффективное использование отходов является важным элементом устойчивого развития Беларуси.

Ежегодно в Беларуси образуется свыше 1400 наименований отходов с широким спектром морфологических и химических свойств. За последние 10 лет наблюдается значительное увеличение образования отходов производства. Так, в 2005 г. было образовано 34,7 млн т, в 2010 г. – 43,7 млн т, в 2014 г. – 52,5 млн т. Если рассматривать образование отходов производства без учета крупнотоннажных отходов, то в 2014 г. их объем достиг 19,0 млн т (табл. 8.4).

Таким образом, в общем объеме образования отходов значительную долю составляют крупнотоннажные отходы – 63,8 %, из них галитовые отходы и шламы галитовые глинисто-солевые – 32,8 млн т (62,6 %) и фосфогипс – 643,7 тыс. т (1,2 %).

Объем использования отходов производства (без учета крупнотоннажных отходов) достаточно высок и составляет 15,9 млн т или 84,2 %. Тогда как с учетом крупнотоннажных отходов использовано всего лишь 16,6 млн т (31,7 % от общих объемов образования).

Одна из серьезных проблем в Беларуси – это проблема накопления отходов производства на объектах хранения (в ведомственных местах хранения и на территории предприятий). На конец 2014 г. объем накопленных отходов производства составил 1057,2 млн. т. Наибольшие объемы накопления характерны для галитовых отходов и глинисто-солевых шламов в солеотвалах и шламохранилищах на территории Минской области (в 2014 г. было накоплено 1010,2 млн т), что составляет 95,5 % от общего объема накопленных.

Значительны объемы накопленных отходов также на территории Гомельской области (свыше 26 млн т), что объясняется большими объемами накопления фосфогипса в Гомеле и гидролизного лигнина в Речице.

Таблица 8.4

Образование, использование и удаление производственных отходов в Беларуси в 2014 г. (без учета галитовых отходов, глинисто-солевых шламов и фосфогипса), тыс. т [17]

Область	Образовано	Использовано, передано	Удалено*	Наличие на предприятиях в конце года
Брестская	1449	1244	248	596
Витебская	836	631	224	702
Гомельская	3058	5027	792	7616
Гродненская	1864	1131	824	2664
г. Минск	2072	996	1091	2244
Минская	5331	5121	294	2220
Могилевская	4396	1848	2698	12315
В Беларуси	19006	15998	6170	28357

*На хранение, захоронение, обезвреживание.

В 2014 г. на предприятиях Беларуси образовано 41,0 млн т опасных отходов.

Опасные отходы – отходы, содержащие в своем составе вещества, обладающие каким-либо опасным свойством, в таких количестве и виде, что эти отходы сами по себе либо при вступлении в контакт

с другими веществами могут представлять опасность причинения вреда окружающей среде, здоровью граждан, имуществу вследствие их вредного воздействия.

Все опасные отходы по степени вредного воздействия классифицируются на четыре класса опасности. Основная доля (95,8 %) опасных отходов приходится на отходы 4-го класса (малоопасные).

Опасные отходы 1–3 классов опасности образуются преимущественно на предприятиях химического и машиностроительного профиля и при эксплуатации транспорта, в их числе: отходы гальванических производств (осадки, шламы); отработанные аккумуляторы, масла и нефтесодержащие шламы, загрязненные грунты; отходы резинотехнических изделий; минеральные шламы (асбоцементный, серный, шлифовки стекла, цинкосодержащий, промывки нерудных материалов и др.); отходы лакокрасочных материалов; отработанные щелочи, растворы, органические растворители; ртутьсодержащие отходы и др.

Уровень использования опасных отходов в республике – более 80 %. Большинство неиспользованных опасных отходов 3-го и 4-го классов опасности вывозится на захоронение.

В области обращения с коммунальными отходами одной из самых важных проблем является их использование в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР). 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.

В 81 районах Беларуси созданы пункты сортировки и досортировки вторичных материальных ресурсов. Планируется строительство объектов по сортировке и переработке ТКО в Минске, Витебске, Гродно, Борисове, Бобруйске и Орше. Создание станций сортировки в стране дает возможность полностью механизировать процесс разделения отходов, устанавливать оборудование для предварительной подготовки ВМР к переработке (мойки, дробилки, пресса и т. д.), уплотнять отсортированные отходы, подлежащие захоронению.

С целью более эффективного извлечения ВМР из коммунальных отходов построены мусороперерабатывающие заводы в Гомеле, Мо-

гилеве, Новополоцке, Бресте и Барановичах. Имеющиеся в Беларуси мусороперерабатывающие предприятия в силах справиться лишь с менее чем 15 % коммунальных отходов. Остальной мусор просто захоранивают на специальных полигонах ТКО. Всего в Беларуси зарегистрировано около 175 полигонов ТКО, которые обслуживают областные и районные центры, а также крупные поселки городского типа. В 2014 г. на полигоны ТКО было вывезено 19,9 млн м³ твердых коммунальных отходов. Наряду с коммунальными отходами на полигоны ТКО вывозятся некоторые отходы производства: неопасные и 3–4-го классов опасности.

Практическая часть

Задание 8.1. Дать характеристику деградиционным процессам, связанным с хозяйственной деятельностью: эрозия, радиоактивное загрязнение почв, образование отходов и предпринимаемые меры защиты почв. Изучите материал теоретической части, заполните табл. 8.5.

Таблица 8.5

Процессы деградации земель и мероприятия по их защите

Показатель	Ветровая эрозия	Водная эрозия	Загрязнение почв ¹³⁷ Cs	Загрязнение почв ⁹⁰ Sr	Отходы (накопление)
Области (наибольшие площади)					
Причины возникновения					
Мероприятия по защите почв					

Задание 8.2. Выполнять на основании НСУР–2030: гл. 6. «Сохранение природного потенциала для будущих поколений и улучшение окружающей среды», п. 6.4. «Эффективное обращение с отходами». Изучить государственную политику Беларуси в сфере обращения с отходами. Результаты исследований представить по предложенной форме. Заполнить табл. 8.6–8.7.

Эффективное обращение с отходами в Республике Беларусь

Цель государственной политики в сфере обращения с отходами – ...

Таблица 8.6

Показатели эффективности обращения с отходами в Республике Беларусь на период до 2030 г., %

Показатель	Годы			
	2015	2020	2025	2030
Использование отходов производства (без учета галитовых отходов глинисто-солевых шламов, фосфогипса), от общего объема образования отходов производства				
Накопление опасных отходов производства (1–3-го класса опасности), к уровню 2015 г.				
Использование твердых коммунальных отходов, в общем объеме образования твердых коммунальных отходов				

Таблица 8.7

Направления экологической политики в Республике Беларусь в сфере обращения с отходами

Поставленные задачи	Мероприятия
Снизить объемы образования отходов	
Обеспечить максимальное вовлечение отходов в гражданский оборот для производства продукции и энергии	
Предотвратить воздействие отходов и объектов их размещения на окружающую среду и здоровье граждан	

Задание 8.3. Обосновать целесообразность проведения комплекса противоэрозионных мероприятий (террасирование, облесение склонов, строительство противоэрозионных сооружений) на нарушенных сельскохозяйственных угодьях. Нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений по землепользованию $E_n = 0,08$. Данные для расчетов по вариантам приведены в табл. 8.8–8.10.

Таблица 8.8

Капиталовложения, эксплуатационные расходы, млн усл. ед.

Показатель	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Капитальные вложения К	8,1	9,5	10,2	12,2	14	15	16,7	17,5	18	18,5	19	20
Эксплуатационные расходы С	0,4	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,2	0,1

Таблица 8.9

Площадь эродированных земель, тыс. га

Вид угодий	Водная эрозия угодий				Дефляция
	Степень смытости почв				
	Слабо-смытые	Средне-смытые	Сильно-смытые	Овраги	
Пашня	23,0	8,0	2,0	0,1	0,9
Сады	0,5	0,2	0,1	–	–
Сенокосы и пастбища	1,5	0,8	0,0	0,01	–

Таблица 8.10

Удельный показатель годового ущерба от эрозии почв, усл. ед./га

Вид угодий	Водная эрозия угодий				Дефляция
	Степень смытости почв				
	Слабо-смытые	Средне-смытые	Сильно-смытые	Овраги	
Пашня	54,6	149,3	175,9	39545,3	3,2
Сады	48,4	131,2	154,2	–	–
Сенокосы и пастбища	48,5	130,9	153,9	24902,1	–

Методика расчета

1. Расчет предотвращенного ущерба в течение года после проведения комплекса противоэрозионных, т. е. ущерба, который не нанесли благодаря проведению противоэрозионных мероприятий, усл. ед./год:

$$\Pi = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N Y_i \cdot S_i, \quad (8.1)$$

где Y_i – показатель удельного годового ущерба i -й степени эрозии j -го вида сельхозугодий, усл. ед./га; S_i – площадь эродированных земель i -й степени эрозии j -го вида сельхозугодий, га; M – количество видов сельхозугодий; N – количество степеней эрозии.

2. *Расчет годового экономического результата природоохранных затрат.* Предотвращенный ущерб в течение года является годовым экономическим результатом, т. е. представляет сумму всех поступлений от реализации комплекса противоэрозионных мероприятий в течение года:

$$\mathcal{E} = \Pi. \quad (8.2)$$

3. *Расчет приведенных затрат,* т. е. затрат, приведенных к годовой величине, на проведение противоэрозионных мероприятий:

$$З = С + К \cdot E_n, \quad (8.3)$$

где $З$ – затраты, приведенные к годовой величине на проведение водоохраных мероприятий, усл. ед./год; $С$ – эксплуатационные расходы (на ремонт, обслуживание оборудования, поддержание в рабочем состоянии основных фондов противоэрозионного назначения, расходующихся в течение года после пуска объектов в эксплуатацию), усл. ед.; $К$ – капиталовложения (вложение на покупку и установку оборудования природоохранного назначения до пуска объектов в эксплуатацию), усл. ед.; E_n – нормативный показатель окупаемости капиталовложений; $К \cdot E_n$ – сумма капиталовложений, окупающихся в течение года, т. е. приведение капиталовложений к их годовой величине, усл. ед./год.

4. *Определение годового экономического эффекта R ,* чистой прибыли в течение года, полученной от проведения противоэрозионных мероприятий. Проводится по формуле

$$R = \mathcal{E} - З, \quad (8.4)$$

где R – чистая прибыль в течение года, полученная от проведения природоохранных мероприятий, усл. ед./год:

5. *Расчет экономической эффективности \mathcal{E}_o комплекса противоэрозионных мероприятий.* Экономическая эффективность показывает, во сколько раз затраты окупают себя в течение года. Экономическую эффективность (\mathcal{E}_o) определяют как соотношение затрат и результатов (выгод) по формуле

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}}{3} = \frac{\Pi}{C + K \cdot E_n}. \quad (8.5)$$

6. *Расчет фактического показателя окупаемости капиталовложений E_p .* Показатель E_p рассчитывается по формуле

$$E_p = \frac{\mathcal{E} - C}{K}. \quad (8.6)$$

Если E_p меньше либо равно 0, то это указывает на невозможность окупаемости капитальных вложений.

Если E_p больше 0, но меньше E_n ($E_n = 0,08$), то это указывает на возможность окупаемости капитальных вложений, но в более длительный период, чем планируется.

Если E_p больше E_n , то это указывает на возможность окупаемости капитальных вложений, но в более короткий срок, чем планировалось.

7. *Расчет срока окупаемости капиталовложений* оценивается по сроку окупаемости проекта:

$$T_p = \frac{1}{E_p} = \frac{K}{\mathcal{E} - C}, \quad (8.7)$$

где T_p — срок окупаемости капиталовложений, лет.

Структура ответа

Анализируется:

- годовой экономический эффект, который представляет собой предотвращенный ущерб в течение года ($\mathcal{E} = \Pi$);
- чистый экономический эффект, чистая прибыль в течение года от реализации противоэрозионных мероприятий R ;
- экономическая эффективность (неэффективность) затрат на проведение противоэрозионных мероприятий \mathcal{E}_3 .

Делаются выводы:

- о том, что затраты себя оправдали (не оправдали);
- расчетный показатель окупаемости капиталовложений значительно выше (ниже) нормативного показателя окупаемости капиталовложений, что указывает на окупаемость (неокупаемость) вложенных средств (E_p сравнивается с E_n);
- вложенные средства окупаются в течение периода T_p .

Контрольные вопросы

1. Что такое эрозия почв? Какие меры принимают по предотвращению развития эрозии почв?
2. Как решается проблема радиоактивного загрязнения почв в Беларуси?
3. Какие Вы знаете мероприятия, направленные на снижение объемов образования отходов?
4. Назовите мероприятия, проводимые в Беларуси в целях более полного вовлечения отходов в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья и энергии.
5. Какие в Беларуси намечены мероприятия по предотвращению вредного воздействия отходов на окружающую среду?
6. Назовите целевые ориентиры в области обращения с отходами, прогнозируемые на период до 2030 г.
7. Как определяется чистый экономический эффект?
8. Что показывает экономическая эффективность природоохран-ных мероприятий?
9. Что показывает срок окупаемости противозерозионных меро-приятий и от чего он зависит?

Литература

1. Об особо охраняемых природных территориях : Закон Респ. Беларусь от 20 окт. 2000 г.
2. Калленникова, Т. Г. Экология и экологическое образование / Т. Г. Калленникова, А. Р. Борисевич // Весн. адукацыі. – 2012. – № 2. – С. 42–47.
3. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / редкол.: Н. М. Качановский (предисл.) [и др.] – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с. : ил.
4. Кодекс Республики Беларусь о земле : текст Кодекса по состоянию на 22 марта 2007 г. – Минск : Амалфея, 2007. – 120 с.
5. Лесной кодекс Республики Беларусь : принят Палатой представителей 8 июня 2000 г. : одобр. Советом Респ. Беларусь 30 июня 2000 г. : текст Кодекса по состоянию на 19 апр. 2007 г. – Минск : Амалфея, 2007. – 100 с.
6. Муравьев, А. В. Образование в интересах устойчивого развития – приоритетная задача современной школы / А. В. Муравьев, Н. В. Самерсова, О. В. Сивограков // Экология. – 2011. – № 2. – С. 11–13.
7. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года // Экон. бюл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Бел. – 2015. – № 4. – С. 4–99.
8. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2020 года. – Режим доступа: http://economy.gov.by/ru/macroeconomy/nacionalnaya_strategiya.
9. Об охране окружающей среды : Закон Респ. Беларусь от 26 нояб. 1992 г. № 1982-ХП, с изм. и доп. – Минск : Амалфея, 2012. – 112 с.
10. Основы экологии : метод. пособие для проведения лаборатор. работ : в 3 ч. / В. А. Левданская [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – Ч. 1. – 49 с.
11. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : стат. сб. – Минск : Информ.-вычисл. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2012. – 258 с.
12. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : стат. сб. – Минск : Информ.-вычисл. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2015. – 254 с.
13. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : стат. сб. – Минск : Информ.-вычисл. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2016. – 248 с. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnayastatisti>

ka/publications/izdania/public_compilation/index_5111. – Дата доступа: 01.05.2017.

14. Основы экологии : метод. указания для выполнения лаборатор.-практ. работ / сост.: А. В. Попов, Е. Э. Костюкович. – Минск : БГАТУ, 2006. – 94 с.

15. Соколовский, Н. К. Основы экологии и экономика природопользования : практикум / Н. К. Соколовский, А. И. Чертков, О. С. Шимова. – Минск : БГЭУ, 2003. – 105 с.

16. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2011 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2012. – 363 с.

17. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2014 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2014. – 342 с.

18. Ходько, Е. М. Основы экологии : курс лекций по одному дисциплине для студентов техн. специальностей днев. и заоч. форм обучения / Е. М. Ходько. – 2012. – 90 с. – Режим доступа: <http://alis.Gstu.By/StartEK/>.

19. Ходько, Е. М. Основы экологии : учеб-метод. пособие / Е. М. Ходько ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 172 с.

20. Широглазова, В. Н. Основы экологии : практикум по одному курсу для студентов специальностей 1-36 04 02 «Промышленная электроника», 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» днев. и заоч. форм обучения, специальностей 1-40 01 02 «Информационные системы и технологии (по направлениям)», 1-42 01 01 «Металлургическое производство и металлообработка (по направлениям)» днев. формы обучения / Н. В. Широглазова, Н. М. Кидун. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – 30 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1.1

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на территории Беларуси
в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг., тыс. т [11], [13]**

Область, город	2000	2005	2010	2014	2015
Республика Беларусь	1341	1418	1319	1344	1259
В том числе: от стационарных источников	388	404	377	463	458
от мобильных источников	953	1014	942	881	801

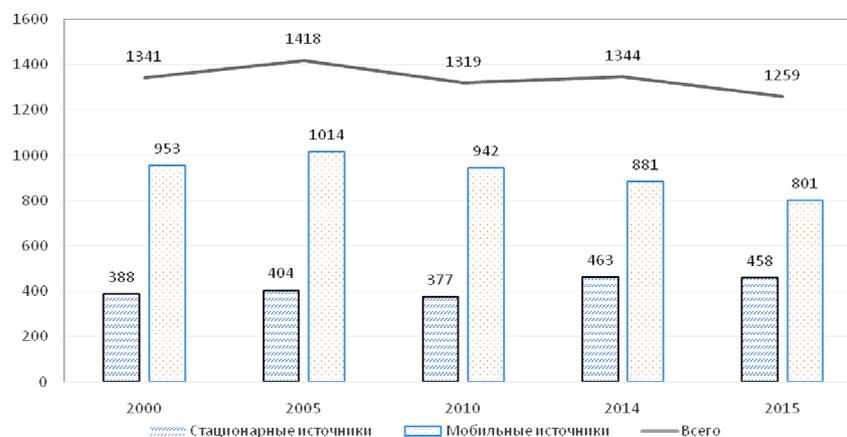


Рис. П.1.1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и мобильных источников на территории Беларуси в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг., тыс. т

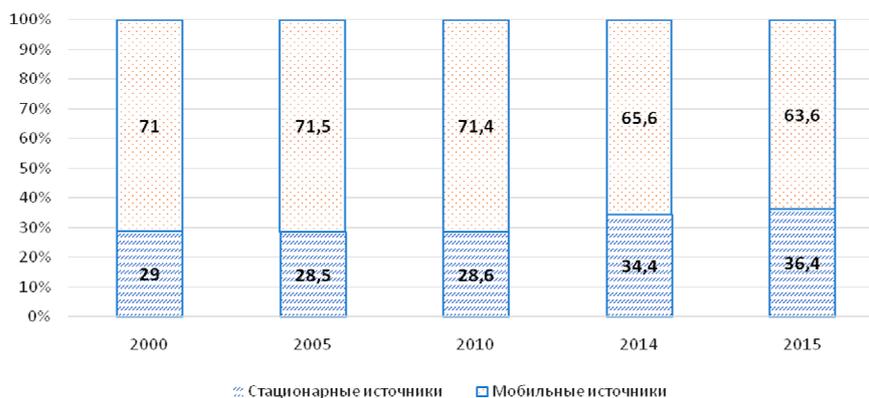


Рис. П.1.2. Структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по видам источников, в процентах к общему объему выбросов загрязняющих веществ

Таблица П.1.2

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
от стационарных источников по основным отраслям
экономики Беларуси в 2010–2015 гг., тыс. т [13]**

Отрасль экономики	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Всего</i>	377,1	371,1	433,2	445,3	462,8	458,3
Промышленность	284,0	266,9	294,4	274,6	268,7	254,6
В том числе: горнодобывающая	8,3	7,9	7,2	9,8	6,7	7,8
обрабатывающая	186,9	187,6	206,5	192,7	189,7	184,4
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	88,8	71,4	80,7	72,1	72,3	62,4
Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство	49,5	66,8	99,5	127,4	157,2	154,7
Транспорт и связь	21,0	15,8	17,1	25,8	22,0	27,9
Строительство	11,9	9,3	8,6	6,9	7,0	5,5
Торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования	2,9	4,2	3,4	3,4	1,9	2,1
Предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг	3,2	3,2	3,2	3,5	3,0	2,6

Таблица П.1.3

**Динамика выбросов парниковых газов в Беларуси
в 2000, 2005, 2010, 2014 гг., млн т CO₂-эквивалента в год [11], [13]**

Область, город	2000	2005	2010	2014
Республика Беларусь	79,3	84,5	89,4	93,7
В процентах к 1990 г.	56,9	60,5	64,3	65,4
Выбросы ПГ по секторам экономики				
Энергетика	52,7	55,3	56,4	57,0
Индустриальные процессы, использование растворителей и другой продукции	2,7	3,6	4,2	5,0
Сельское хозяйство	20,8	20,7	22,6	23,2
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство*	-30,8	-26,2	-30,2	-24,2
Отходы	3,0	4,6	6,2	8,5

Окончание табл. П.1.3

Область, город	2000	2005	2010	2014
Всего, без учета землепользования и лесного хозяйства	79,2	84,2	89,4	93,7
Всего, с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	48,4	58,0	59,2	69,5

*Знак «минус» означает абсорбцию (поглощение) парниковых газов.

Таблица П.1.4

Динамика выбросов парниковых газов в энергетике на территории Беларуси в 2000, 2005, 2010, 2014 гг., млн т CO₂-эквивалента в год [11], [13]

Парниковые газы	2000	2005	2010	2014
Диоксид углерода	50,76	53,26	54,28	54,75
Метан	1,81	1,93	2,04	0,08
Закись азота	0,12	0,12	0,12	0,01

Таблица П.1.5

Объем оборотного и повторного (последовательного) водоснабжения в Республике Беларусь в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг., млн м³ [11], [13]

Область, город	2000	2005	2010	2014	2015
Республика Беларусь	6155	6369	6385	5804	5414
В процентах от общего использования воды на производственные нужды	89	90	89	93	93
Область					
Брестская	462	658	575	575	621
Витебская	2312	2429	2293	1708	1358
Гомельская	850	884	1104	1126	1168
Гродненская	804	771	802	799	787
Минская	375	469	351	583	521
Могилевская	466	448	467	332	297

Окончание табл. П.1.5

Область, город	2000	2005	2010	2014	2015
Город					
г. Минск	886	710	793	681	663
Брест	56	31	23	24	22
Витебск	22	24	19	12	18
Гомель	309	313	400	329	303
Гродно	703	683	718	718	706
Могилев	294	293	277	175	170

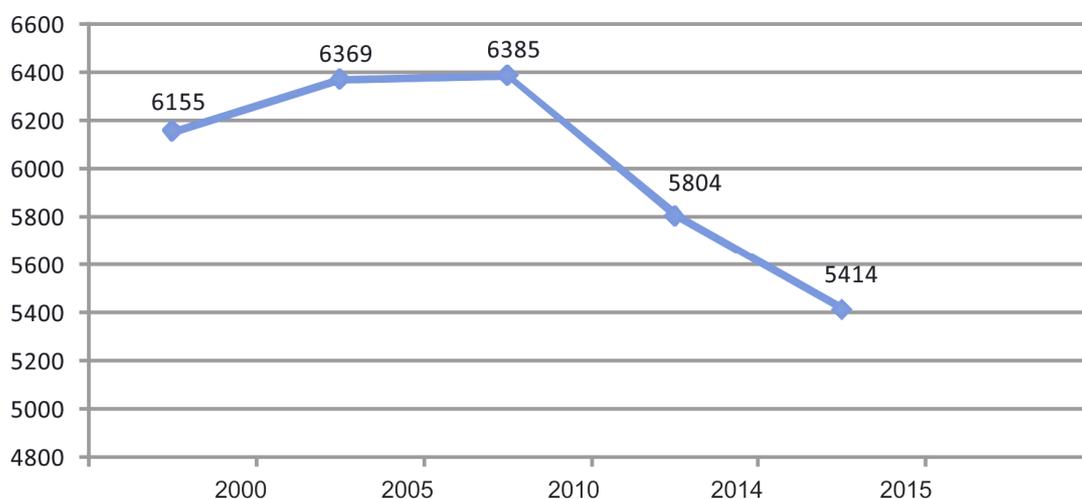


Рис. П.1.3. Динамика объемов воды в системах оборотного и повторного водоснабжения в Республике Беларусь в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг.

Таблица П.1.6

Объем оборотного и повторного водоснабжения по видам экономической деятельности в 2010–2015 гг., млн м³ [13]

Вид экономической деятельности	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Всего по Беларуси	6385	5973	5616	5690	5804	5414
В том числе:						
сельское и лесное хозяйство, охота	81	93	100	29	11	14
рыболовство и рыбоводство	24	24	25	34	30	82
горнодобывающая промышленность	154	167	164	141	39	39

Окончание табл. П.1.6

Вид экономической деятельности	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Обрабатывающая промышленность	2579	2476	2553	2484	261	2628
В том числе:						
производство пищевых товаров	357	254	244	239	238	256
обработка древесины, производство, издательская деятельность	10	2	9	8	8	8
целлюлозно-бумажное производство, издательская деятельность	56	59	66	54	54	48
производство нефтепродуктов, кокса, ядерных материалов	332	349	416	401	431	416
химическое производство	1011	1005	1109	1089	1183	1169
производство резиновых и пластмассовых изделий	88	92	104	91	85	68
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	57	55	54	70	65	63
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	290	302	313	293	325	391
производство машин, оборудования	139	137	144	138	118	125
производство транспортных средств и оборудования	62	64	62	57	54	49
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3524	3197	2757	2994	3099	2643
Строительство	3	1	4	4	1	3
Торговля; ремонт автомобилей, бытовых изделий	13	11	9	1	1	1
Транспорт и связь	3	3	3	2	3	3

Таблица П.1.7

**Отведение сточных вод в Беларуси
в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг., млн м³ [11]–[13]**

Показатель	2000	2005	2010	2014	2015
Всего в Беларуси	1307	1234	1052	1011	948
В том числе: в водные объекты	1173	1124	990	954	870
В недра, подземные воды (с использованием землевладельческих полей орошения, полей фильтрации, земляных накопителей и других приемников)	134	110	86	80	78

Таблица П.1.8

**Отведение сточных вод в водные объекты в областях Беларуси
и г. Минске в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг., млн м³ [11]–[13]**

Область	2000	2005	2010	2014	2015
Брестская	133	137	180	181	149
Витебская	167	172	122	127	129
Гомельская	202	189	144	119	110
Гродненская	108	97	89	103	101
Минская	149	159	186	166	128
Могилевская	141	115	97	90	90
Минск	273	255	172	168	162
Всего в Беларуси	1173	1124	990	954	870

Таблица П.1.9

**Отведение сточных вод в водные объекты по видам
экономической деятельности в 2010–2015 гг., млн м³ [12], [13]**

Вид экономической деятельности	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Всего по Беларуси	967	979	993	951	931	870
В том числе: сельское и лесное хозяйство, охота	12	18	31	12	10	9
рыболовство и рыбоводство	236	242	243	239	246	181

Окончание табл. П.1.9

Вид экономической деятельности	2010	2011	2012	2013	2014	2015
горнодобывающая промышленность	24	22	25	27	27	23
Обрабатывающая промышленность	106	104	102	100	92	87
В том числе:						
производство пищевых товаров	13	11	7	8	7	6
целлюлозно-бумажное производство, издательская деятельность	3	3	3	2	3	3
производство нефтепродуктов, кокса, ядерных материалов	30	29	32	32	29	29
химическое производство	56	57	56	53	51	47
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	4	4	4	3	2	2
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	556	573	585	569	548	541
Строительство	1	2	1	1	1	1
Торговля; ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов пользования	1	1	0,0	0,0	0,0	0,0
Транспорт и связь	2	1	1	1	0,2	0,1
Предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг	31	33	26	26	29	27

Таблица П.1.10

**Отведение различных категорий сточных вод в поверхностные воды
в Республике Беларусь в 2000, 2005, 2010, 2014–2015 гг., млн м³ [11]–[13]**

Степень очистки	2000	2005	2010	2014	2015
Всего по Беларуси	1173	1124	990	954	870
В том числе:					
не требующих очистки	265	268	314	316	246
нормативно очищенных	883	846	671	635	618
недостаточно очищенных	25	10	5	3	6
В процентах к общему объему стоков, подлежащих очистке	3	1	0,8	0,5	0,9

Оглавление

Предисловие	3
Раздел I. Теоретические основы экологии.....	4
Глава 1. Предмет и задачи экологии. Биосфера как высший уровень организации живых систем	4
Глава 2. Понятие о природной среде обитания и экологических факторах. Природные ресурсы.....	12
Глава 3. Популяционная экология. Экологические системы и их концепция	21
Раздел II. Антропогенное воздействие на биосферу. Экологическая защита биосферы.....	35
Глава 4. Основные принципы охраны окружающей среды и рационального природопользования	35
Глава 5. Нормирование качества окружающей среды. Экологическая экспертиза и контроль.....	49
Глава 6. Антропогенное воздействие на атмосферу. Защита атмосферы	62
Глава 7. Антропогенное воздействие на гидросферу. Защита гидросферы.....	74
Глава 8. Антропогенное воздействие на литосферу. Защита литосферы.....	88
Литература.....	101
Приложение	103

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Ходько Елена Михайловна

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

Электронный аналог печатного издания

Редактор *Т. Н. Мисюрова*
Компьютерная верстка *И. П. Минина*

Подписано в печать 15.06.18.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 7,36.
Изд. № 52.
<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение
Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого.
Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.
пр. Октября, 48, 246746, г. Гомель