

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной экологии

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

**Программа, методические указания и контрольные работы
для студентов специальности 1-57 01 01 «Охрана окружающей
среды и рациональное использование природных ресурсов»
заочной формы обучения**

Минск 2013

УДК 574:658(075.4)
ББК 28.081я73
П81

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

Составители:

Т. А. Жарская, Л. А. Шибeka

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры технологии нефти, синтеза и переработки полимерных материалов БГТУ Э. Т. Крутько

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2013 год. Поз. 204.

Предназначены для студентов специальности 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» заочной формы обучения.

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2013

ВВЕДЕНИЕ

Любая сфера человеческой деятельности теперь получает экологическое измерение. Настоящее время характеризуется потребностью выстроить новый тип взаимодействия с окружающей средой: с потребительского и эксплуататорского типов отношений перейти на паритетный и партнерский, выйти на разумно достаточный уровень материального потребления при расширении роста духовных потребностей. К такой необходимости приводит весь предыдущий опыт развития цивилизации, при котором форсированный режим эксплуатации природно-ресурсного потенциала и ориентация на безудержный экономический рост любой ценой предопределили в XX веке перманентное нарастание экологических проблем – как локальных, так и глобальных. Исторически сложившаяся установка на понимание прогресса общества как непереносимого роста потребительской сферы материальных благ привела к тому, что потребление ресурсов давно уже вышло за природные пределы, а возможности утилизировать растущие потоки отходов крайне ограничены. Причем отходы становятся качественно все менее совместимыми с природными процессами, что порождает множество проблем, связанных с состоянием окружающей среды и жизни человека. Это требует нового подхода к организации функционирования промышленного производства и экономической системы в целом. Надлежащий вклад в формирование и реализацию такого подхода призвана внести промышленная экология, которая представляет современный подход к анализу взаимодействия экономики и окружающей среды. Промышленная экология является «промышленной» вследствие своей заинтересованности в развитии производств на основе превентивных технологий, а «экологией» – чтобы показать связь любого производства с биологическими системами, используя аналоги экосистем в качестве моделей экологически безопасной производственной деятельности и рассматривая эту деятельность в рамках масштабных поддерживающих экосистем.

Так как промышленная экология связана с производством, она требует знаний промышленных технологий и процессов, а ее связь с экологией и социальными процессами требует знания и этих процессов. Тогда в сферу интересов промышленной экологии входит изучение развития технологий и общества, а также новых форм анализа экологических последствий этих процессов.

Промышленная экология – это средство, позволяющее человечеству обдуманно и рационально достигать устойчивости и поддерживать ее, заданную продолжающейся экономической, культурной и технологической эволюцией. Для этого производственная система должна рассматриваться не в отрыве от окружающих ее систем, а во взаимодействии с ними. Это системный взгляд, в рамках которого необходимо оптимизировать общий материальный цикл от первичного сырья до законченного материала, до использованного продукта и его конечной утилизации, т. е. с позиции оценки жизненного цикла продукции. Промышленная экология не ограничивается рамками заводских стен, но охватывает все воздействия на планете, возникающие в результате присутствия и деятельности человека.

Промышленная экология пытается определить основные направления минимизирования экологических последствий техногенных материальных потоков. Она разрабатывает единый ряд концепций и способов моделирования эколого-экономических систем, метафорически функционирующих в качестве экологических.

В сферу теоретических интересов промышленной экологии входит изучение возможных направлений снижения экологических последствий за счет новых форм экономического развития, направленных на рациональное использование природных ресурсов.

Дисциплина «Промышленная экология» относится к группе дисциплин специализации «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». Изучение данной дисциплины направлено на формирование принципиальных установок, на которых базируется практическая деятельность инженера-химика-эколога.

Цель дисциплины: приобретение студентами знаний о неразрывной связи экономических и экологических интересов человека.

Задачами преподавания дисциплины «Промышленная экология» являются:

– изучение основных направлений сокращения материально-вещественных потоков в промышленной системе для минимизирования нагрузки на окружающую среду;

– изучение общих закономерностей совершенствования связей в «обмене веществ» в промышленном производстве и использовании материально-вещественных ресурсов;

– рассмотрение природно-промышленных «экосистем» на основе закрытых циклов;

– осмысление равновесия между промышленным «притоком» и «оттоком» веществ и потенциальной емкостью экосистем.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении основных разделов химии, общей биологии, общей экологии и естественнонаучных дисциплин.

Дисциплина «Промышленная экология» тесно связана с другими профильными дисциплинами специальности, изучаемыми студентами: «Технология основных производств», «Мониторинг окружающей среды», «Химия окружающей среды», «Системный анализ в охране окружающей среды» и некоторыми другими.

В результате изучения дисциплины «Промышленная экология» студент должен **знать:**

- о взаимосвязях и взаимозависимостях между экологическими, социальными и экономическими аспектами;

- об основных аспектах взаимодействия промышленной системы с окружающей средой;

- о связи между промышленным развитием и потенциальной емкостью Земли;

- необходимости перевода всей своей деятельности на принципы рационального природопользования;

- роли системного подхода и долгосрочного планирования для перехода к новым технологиям;

- концепции устойчивого развития общества и основных мировых тенденциях в развитии новых концепций устойчивого промышленного развития;

- роли профессионалов-экологов в переходе к экопромышленному развитию;

уметь:

- выделять основные экологические аспекты функционирования рассматриваемого промышленного производства;

- проводить оценку продукта (продукции) на основе его (ее) жизненного цикла;

- предлагать возможные варианты экологизации технологических процессов;

- применять иерархический подход в вопросах планирования перехода к чистым технологиям;

- пропагандировать ключевые моменты современной экологической политики среди различных слоев населения.

На изучение дисциплины отводится всего 156 часов, из них аудиторных 68: лекции – 14 часов, практические занятия – 4 часа; самостоятельная работа – 138 часов.

Самостоятельная работа студентов управляется и контролируется преподавателем.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»

Введение

Основные понятия. О задачах инженера-эколога. Глобальные экологические проблемы. Экологические проблемы в Республике Беларусь.

Раздел 1. Современная экология

Современная экология как мировоззрение. Структура современной экологии. Основные объекты экологии. Экология и охрана окружающей среды. Методы экологии. Приоритеты и задачи экологии.

Раздел 2. Промышленная экология. Цели и задачи

Становление и развитие концепции промышленной экологии. Сфера интересов промышленной экологии. Цели и задачи дисциплины. Промышленная экология как концепция устойчивого промышленного развития.

Раздел 3. Основные законы и правила природопользования

Системный подход в экологии. Иерархия материальных систем, некоторые общие свойства. Закон ограниченности (исчерпаемости) природных ресурсов; правило основного обмена в системе; правило интегрального ресурса; закон падения природно-ресурсного потенциала; закон снижения энергетической эффективности природопользования; закон оптимальности и правило меры преобразования природных систем; принцип естественности; закон максимума; закон снижения природоемкости готовой продукции; закон увеличения темпов оборота вовлекаемых природных ресурсов.

Раздел 4. Основные законы и правила охраны среды жизни

Понятие качества среды жизни. Неотделимость человека от биосферы. Опасность загрязнения окружающей среды. Закон шагреневой кожи; закон неустранимости отходов; закон постоянства количества отходов; законы Эрлиха; закон оптимальности; законы Б. Коммонера.

Раздел 5. Законы взаимодействия в системе «человек – природа»

Среда жизни человека. Рост численности населения и емкость среды. Демографический взрыв и его следствия. Урбанизация. Проблемы урбанизированных территорий.

Основные законы взаимодействия человека с природой: закон обратимости биосферы; закон о необратимости взаимодействия «человек – биосфера»; правило меры преобразования природных ресурсов и основные выводы из него; правило демографического насыщения; правило ускорения исторического развития.

Раздел 6. Антропогенные воздействия на природную среду

Общая характеристика масштабов антропогенного воздействия: воздействие на ресурсный цикл; влияние на круговорот воды; влияние на круговорот веществ.

Основные формы взаимодействия общества и природы. Понятия экологического кризиса, экологического бедствия, экологической катастрофы.

Раздел 7. Техносфера и ресурсы техносферы

Понятие техногенеза и его основные черты. Техногенез и динамика экосферы. Техносфера и ее структура. Обмен веществ и техногенный материальный баланс. Природные ресурсы. Классификации ресурсов: естественная, хозяйственная, экологическая. Ресурсы техносферы и их использование. Энергетические ресурсы. Земля. Вода. Биоресурсы. Минеральные ресурсы.

Раздел 8. Техногенное загрязнение окружающей среды

Техногенные эмиссии и воздействия. Количественная оценка глобального загрязнения. Классификация техногенных факторов. Источники техногенных эмиссий и их характеристика. Распространение загрязнителей. Загрязнение атмосферного воздуха. Состав, количество и опасность загрязнителей.

Загрязнение природных вод. Состав, количество и опасность загрязнителей гидросферы.

Загрязнение земли. Твердые и опасные отходы, количественные характеристики. Отходы производства и потребления. Тяжелые ме-

таллы. Пестициды. Другие высокотоксичные отходы. Опасность загрязнения земли.

Физическое и волновое загрязнение среды. Вибрация. Акустические воздействия. Шум. Инфразвук. Электромагнитные воздействия. Опасность физических волновых загрязнений окружающей среды.

Раздел 9. Техногенные поражения и экологическая безопасность

Понятие техногенного поражения. Понятие о чрезвычайной ситуации. Техногенные чрезвычайные ситуации. Факторы риска. Зоны экологического поражения.

Экологические аспекты здоровья людей. Загрязнение окружающей среды и здоровье людей.

Экологическая безопасность. Критерии экологической безопасности. Экологическая безопасность человека.

Раздел 10. Экологизация экономики и производства

Взаимосвязь экономики и экологии. Зависимость экономики от ресурсов биосферы. Определение и главные слагаемые экологизации экономики. Экологические факторы в категориях экономики. Необходимость структурных изменений в экономике.

Рациональное природопользование; его основные принципы. Экологизация производства – путь к устойчивому развитию промышленности. Принципы и технологии экологизации производства. Основные направления экологизации. Основные принципы снижения природоемкости производства. Экологизация энергетики. Экологизация транспорта. Экологизация сельского хозяйства.

Общие проблемы отходности производства. Новые экологические технологии. Принципы мало- и безотходных технологий. Оценки отходности технологий. Превентивные технологии.

Комплексная переработка сырья. Переработка промышленных и бытовых отходов.

Оценка жизненного цикла производства промышленного продукта (продукции). Определение. Общий подход на основе жизненного цикла. Практическое применение подхода на основе жизненного цикла.

Постиндустриальные технологии. Информационные технологии. Оптимизация системы «вещество – энергия – информация». Биотехнологии. Использование космических средств и технологий.

Раздел 11. Эколого-экономическая система и основные принципы ее функционирования

Системный подход и системный анализ. Иерархии материальных систем. Тенденции взаимодействия. Классификация систем. Общая трактовка эколого-экономической и природно-технической систем. Особенности эколого-экономической системы. Модель эколого-экономической системы: структура и потоки. Классификация эколого-экономических систем. Соизмерение природных и производственных потенциалов территории. Понятия «природоемкости» производства и «техноемкости» природных систем. Природные ресурсы и энергия в эколого-экономической системе.

Раздел 12. Современные представления об экоразвитии общества

Перспективы устойчивого развития (экоразвития) природы и общества.

Роль и место человека в экосфере. Пересмотр целей общественного развития. Экологическая идеология. Современная концепция экоразвития. Принципы экоразвития. Условия реализации концепции экоразвития. Организация экоразвития и управление им. Принципы организации управления экоразвитием.

2. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

По действующему учебному плану дисциплина «Промышленная экология» предусматривает прослушивание обзорных лекций и закрепление материала на практических занятиях. Программа дисциплины включает в себя 156 часов, в том числе 14 часов лекций, 4 часа практических занятий и 138 часов самостоятельной работы. Из аудиторных часов в 7-м семестре предусмотрено 4 часа лекций, практических занятий – 4 часа; в 8-м семестре – 10 часов лекций. Контроль знаний осуществляется в виде зачета (в 8-м семестре).

Дисциплина «Промышленная экология» тесно связана с другими дисциплинами, изучаемыми студентами специальности 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». Это такие дисциплины, как: «Инженерная охрана окружающей среды», «Технология основных производств», «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза» – в которых рассматриваются основные понятия и классификация химико-технологических процессов, конкретные аппараты, применяемые в химической промышленности, вопросы воздействия промышленных производств на окружающую среду, инженерные основы охраны окружающей среды.

Для успешного усвоения дисциплины студенту необходимо самостоятельно проработать достаточно большой объем специальной литературы, перечень которой приведен в конце методических указаний. В список рекомендуемой литературы включены те источники, в которых доступно и в полном объеме освещены вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение студентов. Также можно использовать и другие источники информации, включая Интернет-ресурсы, учебные пособия, научные статьи, обзорные информации по изучаемым вопросам.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы

При выполнении контрольной работы каждому студенту необходимо дать правильные и полные ответы на 5 вопросов одного из предлагаемых вариантов. Номер варианта контрольной работы определяется по последней цифре в списке по журналу и уточняется преподавателем на установочной лекции.

Вопросы своего варианта необходимо представить полностью на первой странице контрольной работы.

Ответ на каждый новый вопрос необходимо начинать с новой страницы, предварительно переписав вопрос, на который ниже следует ответ.

Контрольную работу рекомендуется представлять в напечатанном виде, с полями для замечаний преподавателя.

Отвечая на вопросы, следует строго придерживаться краткого и по существу вопроса содержания ответа, план которого приведен во втором столбце таблицы.

При выполнении контрольной работы необходимо предварительно изучить всю тему соответствующего раздела программы дисциплины, выбрать необходимую информацию по своему вопросу, а затем дать конкретный ответ на этот вопрос. При необходимости следует прокомментировать свои ответы и привести примеры.

Ответы на вопросы, включая таблицы, графики, рисунки (если они имеются в работе), должны быть снабжены ссылками на источник данной информации. В конце контрольной работы должен быть представлен правильно оформленный список использованной при выполнении контрольной работы литературы.

Список рекомендуемой для изучения дисциплины литературы представлен в конце данного пособия. Помимо рекомендуемой литературы желательно использовать новые издания, статистические справочники, информацию Интернет-сайта (<http://www.minpriroda.by>).

3.2. Задания к контрольной работе

Вариант 1

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Специфика интересов современной экологии. Интересы промышленной экологии	Охарактеризовать современную кризисную ситуацию на планете. В чем заключаются основные причины этой ситуации? Почему экология стала наукой о выживании в окружающей среде? Что следует понимать под эколого-экономической системой и почему одним из главных вопросов промышленной экологии является изучение функционирования эколого-экономических систем? Пояснить, в решении каких задач может помочь человеку экология [3], [9], [11], [12], [20]
2. Экологические последствия загрязнения водных систем	Сформулировать, что следует понимать под загрязнением гидросферы. Назвать основные источники загрязнения и приоритетные загрязнители пресноводных и морских экосистем. Перечислить и прокомментировать экологические последствия их загрязнения [1], [6], [18]
3. Эколого-экономическая система: характеристика, структура, потоки	Дать определение эколого-экономической системы. Глобальная и территориальная эколого-экономические системы. Природно-техническая система. Объяснить взаимосвязь и взаимозависимость экономической и экологической систем, пояснить, чем она обусловлена. Представить схему основных материальных потоков в эколого-экономической системе и пояснить ее. Типы эколого-экономических систем [1], [4], [20]
4. Антропогенное влияние на природные круговороты воды и веществ (С, N, O ₂)	Пояснить, что понимают под природными круговоротами воды и веществ. Каково их значение в поддержании стабильности биосферы? Рассмотреть

	круговороты углерода, азота, кислорода и воды. В чем заключается антропогенное вмешательство в эти круговороты, и какие могут быть его последствия? [1], [11], [16], [25]
5. Формулировка законов Б. Коммонера и комментарии к ним	Сформулировать данные законы; пояснить, как их следует понимать и использовать [1], [11]

Вариант 2

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Индекс антропогенной нагрузки на окружающую среду и коэффициент антропогенного давления	Связь между ростом мировой экономики, изъятием природных ресурсов и техногенной деградацией природной среды. Вклад разных стран в техногенное давление на природу Земли. Как рассчитывается индекс антропогенной нагрузки на биосферу, какие параметры положены в основу его расчета? Коэффициент антропогенного давления и «экологический след» [1], [4]
2. Экологический кризис, экологическое бедствие, экологическая катастрофа	Дать определения: «экологический кризис», «экологическое бедствие», «экологическая катастрофа». Привести примеры. В чем заключаются причины возникновения экологических кризисов, бедствий и катастроф? Экологические последствия и экологический ущерб при техногенных катастрофах [1], [4], [5], [9]
3. Энергетические, минеральные и биологические ресурсы техносферы	Сформулировать определения понятий: «техносфера», «природные ресурсы», «биологические ресурсы», «минеральные ресурсы». Привести и пояснить схему классификации природных ресурсов. Для чего применяются классификации природных ресурсов? Что следует понимать под ресурсами техносферы? [1], [2], [5]
4. Взаимосвязь экономики и экологии. Основные	Зависимость экономики от ресурсов биосферы. Закон ограниченности природных

слагаемые экологизации экономики	ресурсов Земли и закон падения природно-ресурсного потенциала. Понятие рационального использования природных ресурсов. Что означает термин «экологизация»? Экологизация экономики и ее необходимость для устойчивого развития биосферы [1], [2], [4]
5. Правило меры преобразования природных систем и вытекающие из него принципы	Сформулировать правило меры преобразования природных систем. Перечислить основные следствия, вытекающие из него: принцип естественности и закон максимума. Пояснить, почему «жесткое» техногенное преобразование природы ведет к негативным цепным реакциям [1], [4], [11]

Вариант 3

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Глобальный экологический кризис и его основные признаки	Пояснить, что следует понимать под термином «глобальный экологический кризис». Чем характеризуется кризисное состояние экосистемы, каковы возможные варианты его развития? Основные причины экологического кризиса и его возможные последствия. Сформулировать основные признаки глобального кризиса, определяющие его остроту [4], [8], [16]
2. Постиндустриальные технологии цивилизации	Понятия «технологии индустриальные» и «технологии постиндустриальные». Почему в сложившейся на планете ситуации необходим переход к постиндустриальным технологиям? Что относится к таким технологиям? Кратко охарактеризуйте их. В чем преимущества постиндустриальных технологий по сравнению с индустриальными? [2], [4]
3. Оценка жизненного цикла производства промыш-	Что следует понимать под жизненным циклом продукта? В чем преимущест-

ленного продукта (продукции)	ва рассмотрения воздействия промышленного объекта на окружающую среду с позиций оценки жизненного цикла продукта? Постановка цели и определение рамок исследования [1], [16]
4. Зоны экологического поражения. Факторы риска. Экологическая безопасность	Виды техногенных экологических поражений и их классификация. Зоны экологического поражения. Специфические техногенные воздействия (воздействия тяжелых металлов, органических ксенобиотиков, ионизирующих излучений; физическое загрязнение). Экологическая безопасность; критерии экологической безопасности [2], [4], [9], [27]
5. Роль и место человека в экосфере	Что следует понимать под экосферой и экоразвитием? Отчуждение человека от природы: в чем оно заключается; его последствия для человека. Сформулировать и пояснить роль и место человека в экосфере. Демографический взрыв – что следует под ним понимать? Каковы его социальные и биологические последствия? [2], [4]

Вариант 4

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Структура современной экологии, сфера интересов промышленной экологии. Основные задачи инженера-эколога	Современная экология: теоретическая экология; прикладная экология; экология человека; социальная экология. Место промышленной экологии в структуре современной экологии. Эколого-экономическая система и экологизация. Показать основные области применения знаний инженера-эколога в экологизации промышленности [9], [11], [12]
2. Загрязнение атмосферного воздуха	Состав атмосферного воздуха. Что следует понимать под его загрязнением, основные источники и основные загрязнители атмосферного воздуха.

	Какие глобальные экологические проблемы связаны с загрязнением воздуха? Пояснить смысл и значение интегральной оценки загрязнения атмосферного воздуха; привести расчетную формулу, уточнить, как ею пользоваться [1], [4], [5], [9]
3. Основные законы и правила природопользования	Сформулировать и пояснить действие следующих законов и правил: закон ограниченности природных ресурсов; закон падения природно-ресурсного потенциала; закон снижения энергетической эффективности природопользования; правило основного обмена; правило интегрального ресурса [1], [11]
4. Сравнить основные показатели функционирования техносферы и биосферы	Привести определения: «техносфера», «биосфера», «ресурсный цикл», «биосферный круговорот веществ». В чем состоят отличия между техносферным ресурсным циклом и биосферным круговоротом веществ? Пояснить, в чем заключаются причины разомкнутости ресурсного цикла. Каковы ее последствия для биосферы? [1], [2], [4]
5. Концепция экоразвития и ее роль в устойчивом развитии биосферы	Сформулировать, что следует понимать под экоразвитием. Принципы экоразвития. Организационная и функциональная структура управления экоразвитием. Основные условия, необходимые для реализации концепции экоразвития [1], [2], [24]

Вариант 5

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Особенности взаимодействия человеческого общества и природы. Формы воздействия человека на окружающую природную среду	Пояснить, в чем заключаются особенности взаимодействия общества и природы. Охарактеризовать основные формы взаимодействия человечества с природой: изъятие вещества и энергии из

	<p>природной среды; привнесение в природную среду веществ и энергии; преобразование природных объектов; охрана используемых природных объектов. Указать их последствия для человека и природы [1], [4], [8]</p>
<p>2. Экологические последствия загрязнения гидросферы</p>	<p>Сформулировать, что следует понимать под загрязнением гидросферы, назвать основные загрязнители пресноводных и морских экосистем, назвать и прокомментировать экологические последствия их загрязнения [1], [6], [18]</p>
<p>3. Основные принципы и требования в организации безотходных производств</p>	<p>Природные ресурсы. Закон ограниченности природных ресурсов. Рациональное и нерациональное использование природных ресурсов. Привести определения безотходного производства. Как оценивать степень «безотходности» производства? Роль безотходных производств в рациональном использовании природных ресурсов. Перечислить и пояснить основные принципы перехода на эти технологии [1], [9], [20]</p>
<p>4. Техносфера. Ресурсы техносферы и их использование</p>	<p>Привести определения понятий: «ресурсы», «природные ресурсы», «техносфера». В чем суть экологической интерпретации понятия «природные ресурсы»? Привести классификацию ресурсов. Почему необходимо различать ресурсы биосферы и ресурсы техносферы? Дать их определения. Объяснить, существуют ли между ними различия, какие, почему [1], [4], [8]</p>
<p>5. Население планеты. Особенности его роста. Демографический взрыв и его последствия</p>	<p>Численность населения на планете и его постоянный рост. Чем объясняется его экспоненциальный характер? Сформулируйте, что следует понимать под демографическим взрывом. Следствия демографической ситуации. Объяснить</p>

	зависимость роста экологических проблем от увеличения численности населения на планете [1], [16]
--	--

Вариант 6

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Промышленное производство и динамика образования отходов. Переработка, обезвреживание и захоронение отходов	Рассмотреть, как связаны между собой масштабы роста промышленного производства с ростом численности населения, объемами природных ресурсов, вовлекаемыми в производство, и количеством образующихся отходов. Что означают термины: «переработка», «обезвреживание» и «захоронение отходов»? Классификация промышленных отходов, порядок обращения с ними [1], [5], [10], [20], [27]
2. Жизненный цикл промышленной продукции. Рамки жизненного цикла	Что следует понимать под жизненным циклом продукта? В чем преимущества рассмотрения воздействия промышленного объекта на окружающую среду с позиций оценки жизненного цикла продукта? Постановка цели и определение рамок исследования [1], [16]
3. Демографический взрыв и его последствия	Современное народонаселение и особенности его роста. Что следует понимать под термином «демографический взрыв»? Последствия демографического взрыва. Биологические и социальные следствия демографической ситуации на планете. Привести примеры [1], [23]
4. Основные формы взаимодействия общества и природы	Назвать основные формы взаимодействия общества и природы, выделить новые формы взаимодействия. Пояснить, что означают понятия «Преднамеренные и целенаправленные» и «непреднамеренные и сопутствующие» изменения природной среды. Назвать

	последствия и особенности этих воздействий для человека и природной среды [1], [4], [8]
5. Ресурсный цикл и природный круговорот веществ: охарактеризовать и сравнить	Привести определения ресурсного цикла и биологического круговорота веществ. Чем ресурсный цикл отличается от биологического круговорота веществ? Что называется отходами производства? В чем заключаются причины постоянного роста промышленных отходов? Сформулируйте основные последствия этого для биосферы [2], [4]

Вариант 7

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Основные черты современного техногенеза	Пояснить, что следует понимать под терминами: «биосфера», «техносфера», «техногенез». Привести примеры, характеризующие масштабы современного техногенеза и его влияния на биосферу. Главные слагаемые техногенеза, его глобальный характер и качественно новая форма – техносферогенез. Перечислить основные черты, присущие современному техногенезу; пояснить [1], [2], [4]
2. Связь роста численности населения и емкости среды	Правило демографического насыщения. Современное народонаселение и особенности его роста. Что надо понимать под «емкостью среды»? Как связаны между собой численность населения и емкость среды? Можно ли увеличить емкость среды? Следствия демографической ситуации на планете – биологические и социальные [1], [23]
3. Охарактеризовать сферы интересов промышленной экологии	Современная кризисная экологическая ситуация. В чем причины этой ситуации? Необходимость анализа взаимодействий экономики и окружающей среды. Что следует понимать под экологи-

	экономической системой? Как функционируют современные ресурсные циклы? Причины их негативного воздействия на окружающую среду. Экологизация технологий и ее возможности в рациональном использовании природных ресурсов и преодолении экологического кризиса [2], [3], [11], [20]
4. Закон снижения природоемкости готовой продукции и закон увеличения темпов оборота вовлекаемых природных ресурсов	Сформулировать следующие законы: закон падения природно-ресурсного потенциала; закон снижения природоемкости готовой продукции; закон увеличения темпов оборота вовлекаемых природных ресурсов. Почему они являются основными законами природопользования? [1], [11]
5. Основные принципы рационального природопользования	Привести определения и пояснить термины: «природные ресурсы», «природопользование», «рациональное» и «нерациональное» природопользование. Взаимосвязь и взаимозависимость между рациональным природопользованием и охраной окружающей среды. Перечислить и прокомментировать основные принципы рационального природопользования [2], [5], [8], [20]

Вариант 8

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Промышленная экология. Основные вопросы промышленной экологии	Что такое экологический кризис и при каких условиях он возникает? Каковы пути выхода из него? Значение изучения и анализа взаимодействий экономики и окружающей среды для преодоления экологического кризиса. Что следует понимать под эколого-экономической системой? Как функционируют современные ресурсные циклы? Причины их негативного воздействия на окру-

	<p>жающую среду. Экологизация технологий и ее возможности в рациональном использовании природных ресурсов и преодолении кризисной ситуации [2], [3], [5], [11], [20]</p>
<p>2. Схема основных материально-энергетических потоков в эколого-экономической системе</p>	<p>Сформулировать определение эколого-экономической системы. Представить и рассмотреть схему основных материальных потоков в ней, пояснить. Показать взаимосвязь и взаимозависимость экономической и экологической систем, пояснить, чем она обусловлена [1], [20], [26]</p>
<p>3. Техногенез и динамика экосферы</p>	<p>Дать определения понятиям «техногенез» и «экосфера». Основные составляющие экологического воздействия. Основное уравнение воздействия на окружающую среду: $I = P \cdot A \cdot T$ (Воздействие = Численность населения \times Изобилие \times Технология) – пояснить. Рассмотреть зависимости роста численности населения, мощности энергетики и валового мирового продукта в XX веке. Вклад разных стран в техносферу – индекс антропогенной нагрузки [1], [4]</p>
<p>4. Загрязнение атмосферы, его причины, последствия</p>	<p>Состав атмосферного воздуха. Что следует понимать под его загрязнением? Основные источники и загрязнители атмосферного воздуха. Какие глобальные экологические проблемы связаны с загрязнением воздуха? Пояснить смысл и значение интегральной оценки загрязнения атмосферного воздуха; привести расчетную формулу; уточнить, как ею пользоваться [1], [4]</p>
<p>5. Энергетические ресурсы мировой экономики</p>	<p>Сформулировать основные экологические проблемы мировой энергетики и возможные пути их решения. Что такое «энергоресурсы», «энергоемкость»? Потребление энергетических ресурсов</p>

	мировой экономикой. Охарактеризовать следующие виды энергоресурсов: природное топливо; искусственное топливо; альтернативное углеродсодержащее топливо. «Экологичная» энергетика. Доля различных энергоресурсов в выработке электроэнергии [9], [20]
--	--

Вариант 9

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Малоотходные и безотходные технологии. Основные принципы создания мало- и безотходных технологий	Ресурсы, природные ресурсы. Значение природных ресурсов в благополучии человечества. Закон исчерпаемости природных ресурсов на планете. Дать определения понятий «рационального» и «нерационального» использования природных ресурсов. Что следует понимать под мало- и безотходными технологиями? Проанализировать отличия между ними. Как оценивать степень «безотходности» технологий? Роль таких технологий в рациональном использовании природных ресурсов. Перечислить и пояснить основные принципы перехода на эти технологии [1], [9], [20]
2. Индекс антропогенной нагрузки на окружающую среду и коэффициент антропогенного давления	Связь между ростом мировой экономики, изъятием природных ресурсов и техногенной деградацией природной среды. Вклад разных стран в техногенное давление на природу Земли. Как рассчитывается индекс антропогенной нагрузки на биосферу, какие параметры положены в основу его расчета? Коэффициент антропогенного давления и «экологический след» [1], [4]
3. Экологические последствия загрязнения атмосферного воздуха	Состав атмосферного воздуха. Пояснить, что надо понимать под его загрязнением. Охарактеризовать основ-

	ные источники, загрязняющие вещества и причины загрязнения атмосферного воздуха. Приоритетные загрязнители. Рассмотреть глобальные экологические проблемы, связанные с загрязнением атмосферы [1], [5], [20]
4. Эвтрофикация водоемов	Что следует понимать под эвтрофированием водоемов? В чем заключается опасность этого явления, как оно проявляется, каковы его последствия? Объяснить основные причины эвтрофикации водоемов [5], [6]
5. Современная концепция экоразвития биосферы	Сформулировать, что следует понимать под экоразвитием. Принципы экоразвития. Организационная и функциональная структура управления экоразвитием. Основные условия, необходимые для реализации концепции экоразвития [1], [2], [24]

Вариант 10

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Эколого-экономическая система. Модель эколого-экономической системы: структура и потоки	Дать определение эколого-экономической системы. Глобальная и территориальная эколого-экономические системы. Роль управления этой системой в решении природоохранных задач. Представить схему основных материальных потоков в эколого-экономической системе, пояснить ее. Показать взаимосвязь и взаимозависимость экономической и экологической систем; пояснить, чем она обусловлена [1], [4], [20]
2. Загрязнение окружающей среды. Классификация загрязнений окружающей среды	Привести определения «природная среда», «окружающая среда». Пояснить, что следует понимать под загрязнением окружающей среды; охарактеризовать источники загрязнения, приоритетные загрязнители. Привести классификации загрязнений по видам, по происхожде-

	нию, по масштабам и распространению, по объектам загрязнения. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека и экономическое развитие [1], [3], [5]
3. Охарактеризуйте энергетические и минеральные ресурсы техносферы	Что такое ресурсы? Классификация природных ресурсов. Пояснить термин «ресурсы техносферы». Энергетические ресурсы: возобновляемые и невозобновляемые. Представить структуру энергетического баланса техносферы. Охарактеризовать минеральные ресурсы и количественный прогноз мировых запасов невозобновляемых природных ресурсов [1], [16], [20]
4. Роль урбанизации в изменении качества среды	Дать определение урбанизации, привести примеры крупнейших городов планеты с указанием количества проживающего в них населения. Достоинства и недостатки проживания людей на урбанизированных территориях. Какие экологические проблемы породила урбанизация? От каких факторов зависит качество жизни на урбанизированной территории? [2], [4], [25]
5. Основные задачи современной экологии	Что изучает наука экология? Какова структура современной экологии? В чем основные причины современной кризисной ситуации на планете? Почему в настоящее время экологию называют наукой о выживании в окружающей среде? В решении каких задач может помочь человеку экология? [3], [11], [20]

Вариант 11

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Общая характеристика масштабов антропогенного воздействия на биосферу. Влияние на природные	Охарактеризовать основные виды и масштабы антропогенного воздействия на биосферу, привести примеры. Дать определение природных круговоротов

<p>круговороты веществ (С, О, S, P, N)</p>	<p>веществ. Каково их значение для устойчивости биосферы? В чем заключается антропогенное влияние на природные круговороты веществ? Опишите наиболее значимые. Последствия антропогенного влияния на эти круговороты [2], [8], [11]</p>
<p>2. Использование природных ресурсов человеком. Отходы производства и потребления</p>	<p>Привести определение термина «природные ресурсы». По каким признакам осуществляется классификация природных ресурсов? Значение природных ресурсов для существования человечества. Рациональное и нерациональное использование природных ресурсов. Почему большая часть ресурсов превращается в отходы и какие последствия этого явления? [1], [3], [8], [20], [27]</p>
<p>3. Урбанизация. Проблемы урбанизированных территорий</p>	<p>Дать определение урбанизации. Причины урбанизации. Преимущества и издержки проживания на урбанизированных территориях. Экологические проблемы больших городов. Качество жизни на урбанизированных территориях. Влияние урбанизированных территорий на окружающую среду [1], [4], [11]</p>
<p>4. Загрязнение атмосферного воздуха в Республике Беларусь</p>	<p>[21], [28]</p>
<p>5. Основные принципы и требования в организации безотходных производств</p>	<p>Природные ресурсы и их значение для человечества. Закон ограниченности природных ресурсов на планете. Рациональное и нерациональное использование природных ресурсов. Привести определения безотходного производства. Роль безотходных производств в рациональном использовании природных ресурсов. Перечислить и пояснить основные принципы перехода на эти технологии [1], [9], [20]</p>

Вариант 12

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Экологическая обусловленность экономики. Зависимость экономики от ресурсов биосферы	Что следует понимать под ресурсами биосферы? Классификация ресурсов. Значение ресурсов для мировой экономики. Экономический критерий оптимальности. Сырьевое обеспечение производства ресурсами биосферы и действие объективных законов и правил природопользования. [1], [4], [6]
2. Законы взаимодействия в системе «человек – природа»	Что собой представляет среда жизни человека? Прокомментировать, о чем говорят следующие законы и правила: закон обратимости биосферы; закон о необратимости взаимодействия человек-биосфера; правило меры преобразования природных систем и основные выводы из него; правило демографического насыщения; правило ускоренного исторического развития [4], [11]
3. «Парниковый» эффект на планете. Возможные причины и последствия	Пояснить, что надо понимать под «парниковым» эффектом на планете. Что обуславливает появление парникового эффекта? Какие газы называют парниковыми? Назвать их источники. Возможные глобальные последствия «парникового» эффекта для Земли [3], [5], [16]
4. Глобальный экологический кризис и его основные признаки	Понятие кризиса в природной системе. Что следует понимать под глобальным экологическим кризисом? В чем заключается современный экологический кризис? Пояснить его основные причины. Каковы его возможные последствия? Сформулировать главные признаки экологического кризиса, определяющие его остроту. Каковы пути преодоления экологического кризиса? [4], [5], [8], [16]

<p>5. Сравнить основные показатели функционирования техносферы и биосферы</p>	<p>Привести определения: «техносфера», «биосфера», «ресурсный цикл», «биосферный круговорот веществ». В чем состоят отличия между техносферным ресурсным циклом и биосферным круговоротом веществ? Показать нерациональность использования природных ресурсов техносферой. Пояснить, в чем заключаются причины разомкнутости ресурсного цикла. Какие ее последствия для биосферы? [1], [2], [4]</p>
---	---

Вариант 13

Вопрос	Краткое содержание ответа
<p>1. Основные формы антропогенного воздействия на окружающую среду</p>	<p>Охарактеризовать основные формы взаимодействия общества и природы. Выделить новые формы взаимодействия. Пояснить, что означают понятия «преднамеренные и целенаправленные» и «непреднамеренные или сопутствующие» изменения природной среды. Привести примеры. Сформулировать последствия и особенности этих воздействий для человека и природной среды [1], [4], [8]</p>
<p>2. Системный подход к природопользованию. Принципы рационального природопользования</p>	<p>Сформулировать, что следует понимать под природопользованием и рациональным природопользованием. Что следует понимать под системным подходом и в чем заключается его важность и необходимость для устойчивого развития общества? Перечислить и пояснить принципы рационального природопользования [2], [5], [8], [20]</p>
<p>3. Экологизация производства, транспорта и сельского хозяйства</p>	<p>Что обозначает термин «экологизация»? Экологические проблемы, связанные с воздействием на окружающую среду промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства. Основные</p>

	направления экологизации перечисленных отраслей. Экологические эффекты их экологизации [2], [9], [11], [13]
4. Биологическое загрязнение окружающей среды	Что следует понимать под биологическим загрязнением окружающей среды, в чем его особенности? Указать основные источники биологического загрязнения. Биотехнология, генная инженерия и экологическая безопасность. Последствия биологического загрязнения [5], [6], [9]
5. Экологические законы Б. Коммонера	Сформулировать данные законы. Пояснить, как их следует понимать, в чем состоит их смысл и практическое значение [1], [11]

Вариант 14

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Техногенез. Основные черты современного техногенеза	Объяснить, что следует понимать под терминами: «биосфера», «техносфера», «техногенез». Главные слагаемые техногенеза, его глобальный характер и качественно новая форма – техносферогенез. Перечислить основные черты, присущие современному техногенезу, пояснить [1], [4]
2. Природопользование. Принципы рационального природопользования	Дать определения терминам «природопользование» и «рациональное природопользование»; пояснить. Виды деятельности, которые включает природопользование. Сформулировать и объяснить основные принципы рационального природопользования [2], [5], [8], [20]
3. Индекс антропогенной нагрузки на окружающую среду и коэффициент антропогенного давления	Связь между ростом мировой экономики, изъятием природных ресурсов и техногенной деградацией природной среды. Вклад разных стран в техногенное давление на природу Земли. Как рассчитывается индекс антропогенной

	нагрузки на биосферу, какие параметры положены в основу его расчета? Коэффициент антропогенного давления и «экологический след» [1], [4]
4. Экологический кризис, экологическое бедствие, экологическая катастрофа	Дать определения понятий: «экологический кризис», «экологическое бедствие», «экологическая катастрофа». В чем заключаются причины этих явлений? Их экологические и экономические последствия. Возможные направления их предотвращения. Привести примеры [1], [3], [5]
5. Экологические законы П. Р. Эрлиха	Пояснить, что следует понимать под термином «качество среды жизни». Сформулировать законы Эрлиха и пояснить их содержание и значимость [1], [11]

Вариант 15

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Общие подходы к оценке степени «безотходности» производства	Объяснить, что следует понимать под мало- и безотходными производствами. Для чего необходимо оценивать показатели «безотходности» производств? Какие критерии могут быть положены в основу оценки «безотходности»? Существуют ли в настоящее время универсальные критерии «безотходности»? Привести наиболее распространенные подходы в определении «безотходности» производств [3], [20]
2. Загрязнение окружающей среды транспортными средствами	Сформулировать, что означает термин «загрязнение окружающей среды». Мировой автомобильный парк и его динамика. Рассмотреть воздействие всех видов транспорта (автомобильного, железнодорожного, водного, воздушного) на окружающую среду. Экологические последствия загрязнения окружающей среды этими источниками [3], [5], [9]

3. Основные вопросы промышленности экологии	Что такое экологический кризис? Причины его возникновения. Пути выхода из него. Анализ взаимодействий экономики с окружающей средой и преодоление экологического кризиса. Что следует понимать под эколого-экономической системой? Современные производства и причины их негативного воздействия на окружающую среду. Экологизация производства и ее возможности для рационального использования природных ресурсов и преодолении кризисной ситуации [2], [3], [5], [11], [20]
4. Водные ресурсы Республики Беларусь	[21], [28]
5. Экологическая безопасность. Критерии экологической безопасности	Влияние природно-экологических факторов на здоровье человека. Качество среды жизни: какими показателями оно оценивается и какими факторами определяется? Пояснить термины «экологическая опасность» и «экологическая безопасность», их значение в определении качества среды жизни человека. Перечислить критерии экологической безопасности и прокомментировать их [1], [2], [9]

Вариант 16

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Загрязнение атмосферного воздуха. Интегральная оценка загрязнения атмосферного воздуха	Состав атмосферного воздуха. Что следует понимать под его загрязнением? Основные источники и основные загрязнители атмосферного воздуха. Пояснить смысл и значение интегральной оценки загрязнения атмосферного воздуха; привести расчетную формулу; уточнить, как ею пользоваться [1], [4], [5], [9]

<p>2. Численность населения и емкость среды. Демографический взрыв и его последствия для биосферы</p>	<p>Современное народонаселение и особенности его роста. Правило демографического насыщения. Что надо понимать под «емкостью среды»? Как связаны между собой численность населения и емкость среды? Можно ли увеличить емкость среды? Что такое «демографический взрыв»? Следствия демографической ситуации на планете – биологические и социальные [1], [23]</p>
<p>3. Основные предпосылки формирования промышленной экологии. Место промышленной экологии в системе экологических наук</p>	<p>Современная кризисная экологическая ситуация. Необходимость анализа взаимодействий экономики и окружающей среды. Что следует понимать под эколого-экономической системой? Необходимость экологизации экономики. Экологизация и ее возможности в рациональном использовании природных ресурсов и преодолении экологического кризиса. Пути выхода из экологического кризиса и роль промышленной экологии в его преодолении. Связь промышленной экологии с другими разделами мегаэкологии [2], [3], [11], [20]</p>
<p>4. Оценки техногенной нагрузки на окружающую среду и сбалансированное природопользование</p>	<p>Понятия эколого-экономической и природно-технической систем. Возможности соизмерения в них производственных и природных потенциалов. Пояснить, что следует понимать под техногенной нагрузкой на окружающую среду. Возможности соизмерения производственных и природных потенциалов. Для чего проводится их оценка? Что означают понятия «сбалансированная эколого-экономическая система» и «сбалансированное эколого-экономическое развитие»? [1], [4], [20]</p>
<p>5. Кислотные дожди и их последствия для окружающей среды</p>	<p>Объяснить, что такое «кислотные дожди». Охарактеризовать основные причины кислотных дождей, указать</p>

	основные объекты и источники загрязнения окружающей среды, ответственные за их образование. Воздействие кислотных дождей на окружающую среду, экологические и экономические последствия [3], [5], [8]
--	---

Вариант 17

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Общая экологизация производства и ее значение в преодолении экологического кризиса	В чем заключаются основные причины сложившейся на планете кризисной экологической ситуации? Современные представления о ее преодолении. Сформулировать и пояснить, что означают термины «природопользование», «рациональное природопользование», «экологизация», «экологизация производства». Основные направления экологизации и принципы снижения природоемкости производства. Роль экологизации в рациональном использовании природных ресурсов и преодолении экологического кризиса [1], [4], [24]
2. Глобальные экологические проблемы современности	Перечислить глобальные экологические проблемы. Пояснить причины их возникновения и последствия. Основные направления решения современных глобальных экологических проблем [5], [24]
3. Антропогенное воздействие на недра. Загрязнение почвы	Что обозначает термин «недра»? Какое значение имеют недра для человека? Основные формы воздействия человека на недра и их последствия. Что такое почва? В чем основная экологическая функция почвы? Охарактеризовать антропогенное воздействие на почвы и его последствия. Пути снижения негативных последствий антропогенного воздействия на недра и почвы [1], [5], [9]

4. Современная концепция экоразвития	Сформулировать, что следует понимать под экоразвитием. Принципы экоразвития. Организационная и функциональная структура управления экоразвитием. Основные условия, необходимые для реализации концепции экоразвития [1], [2], [4]
5. Парниковые газы и изменение климата на планете	Что называется парниковыми газами, какие газы к ним относятся? Источники выделения парниковых газов (природные и антропогенные). Изменение климата на Земле и основные проблемы, связанные с ним. Можно ли решить эти проблемы? Основные направления снижения риска изменения климата на Земле [1], [5], [24]

Вариант 18

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Жизненный цикл промышленной продукции. Рамки жизненного цикла	Пояснить, что следует понимать под жизненным циклом продукта. В чем преимущества рассмотрения воздействия промышленного объекта на окружающую среду с позиций оценки жизненного цикла продукта? Постановка цели и определение рамок исследования [1], [16]
2. Загрязнение Мирового океана и его последствия	Основные источники и загрязнители Мирового океана. Масштабы загрязнения, наиболее опасные загрязнения Мирового океана. Экологические проблемы, связанные с его загрязнением [5], [8], [10]
3. Энергоресурсы техносферы	Классификация природных ресурсов. Пояснить термин «ресурсы техносферы». Энергетические ресурсы – возобновляемые и невозобновляемые. Топливо. Структура энергетического баланса техносферы. Эффективность использования энергоресурсов техносферой. Экологические проблемы энергетики [1], [2], [4], [16], [20]

4. Ключевые вопросы промышленной экологии	Что такое экологический кризис и при каких условиях он возникает? Каковы пути выхода из него? Значение изучения и анализа взаимодействий экономики и окружающей среды для преодоления экологического кризиса. Что следует понимать под эколого-экономической системой? Экологизация экономики и ее возможности в рациональном использовании природных ресурсов и преодолении кризисной ситуации [2], [3], [5], [11], [20]
5. Антропоцентризм и экоцентризм	Сформулировать и прокомментировать основные принципы антропоцентрического и экоцентрического путей развития человечества. Какие принципы ведут к устойчивому развитию биосферы и почему? Пояснить [1], [2], [4]

Вариант 19

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Особенности функционирования эколого-экономической системы	Привести определение эколого-экономической системы. Глобальная и территориальная эколого-экономические системы. Особенности функционирования эколого-экономической системы, важность управления этой системой для решения природоохранных задач. Представить схему основных материальных потоков в эколого-экономической системе, пояснить ее. Показать взаимосвязь и взаимозависимость экономической и экологической систем; пояснить, чем она обусловлена [1], [4], [20]
2. Соизмерение природных и производственных потенциалов территорий	Привести определения терминов «экологическая техноёмкость территории» и «природоёмкость хозяйства территории». Значение соизмерения производственных и природных потенциалов в научной системе экологических регламентаций [1], [2], [4]

3. Классификация техногенных загрязнений окружающей среды	Привести определение техногенного загрязнения окружающей среды. Принципы классификаций; классификации загрязнений. Значение классификации [5], [8], [9]
4. Состояние атмосферного воздуха в Республике Беларусь	[21], [28]
5. Основные экологические проблемы загрязнения атмосферного воздуха	Дать определение загрязнению атмосферного воздуха и пояснить, что следует под ним понимать. Назвать основные источники загрязнения и основные загрязнители, которые вызывают экологические проблемы. Описать глобальные экологические проблемы, причины которых связаны с загрязнением воздуха [3], [8], [10]

Вариант 20

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Общая характеристика последствий загрязнения окружающей среды	Дать определение загрязнения окружающей среды. Классификация загрязнений окружающей среды. Назвать основные источники загрязнения. Охарактеризовать экологические проблемы, связанные с загрязнением атмосферы, гидросферы, литосферы и почвы. Последствия загрязнения окружающей среды для человека и биосферы в целом [1], [3], [5], [8], [10]
2. Природные ресурсы и энергия в эколого-экономической системе	Сформулировать, что следует понимать под эколого-экономической системой. Ресурсы, природные ресурсы. Рассмотреть виды энергии, используемые в эколого-экономической системе. Структура потребления энергии по хозяйственным отраслям. Эффективность использования природных ресурсов и энергии в эколого-экономической системе. Проблемы, связанные с их нерациональным использованием [1], [4], [8], [10]

3. Промышленное производство и динамика образования отходов. Переработка, обезвреживание и захоронение отходов	Рассмотреть, как связаны между собой масштабы роста промышленного производства с ростом численности населения, объемами природных ресурсов, вовлекаемыми в производство, и количеством образующихся отходов. Классификация промышленных отходов, порядок обращения с ними [1], [5], [10], [20], [27]
4. Виды природных вод. Состояние поверхностных и подземных вод Республики Беларусь	Охарактеризовать виды природных вод и дать их краткую характеристику. Запасы пресной воды на планете. Использование природных вод в промышленности [21], [28]
5. Мало- и безотходное производство. Критерии оценки степени «безотходности» производства	Природные ресурсы. Рациональное и нерациональное использование природных ресурсов. Образование отходов и последствия этого процесса. Что надо понимать под мало- и безотходным производством, какие между ними отличия? Роль мало- и безотходных производств в рациональном использовании природных ресурсов. В чем заключается необходимость проведения оценки «безотходности» производств? Что лежит в основе выбора критериев «безотходности»? Привести примеры [1], [9], [20]

Вариант 21

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Промышленная экология и ее ключевые вопросы	Современная кризисная экологическая ситуация. В чем причины этой ситуации? Необходимость анализа взаимодействий экономики и окружающей среды. Что следует понимать под эколого-экономической системой? Как функционируют современные ресурсные циклы? Причины их негативного воздействия на окружающую среду. Экологизация технологий и ее возможности в рациональ-

	ном использовании природных ресурсов и преодолении экологического кризиса [2], [3], [11], [20]
2. Антропогенные воздействия на Природу Земли. Ответные реакции Природы на антропогенные воздействия	Какие выделяют формы антропогенного воздействия на биосферу? Привести примеры, характеризующие масштабы этого воздействия. Сформулировать основные проблемы загрязнения атмосферы, гидросферы и почвы. Назвать известные ответные реакции Природы и их возможные последствия для биосферы и человека [1], [4], [20]
3. Природные ресурсы и устойчивое развитие человечества	Привести определения понятий «природные ресурсы», «устойчивое развитие». Дать классификацию природных ресурсов. Закон исчерпания природных ресурсов. Роль природных ресурсов в благоприятном развитии цивилизации. Пояснить, какая существует связь между природными ресурсами и устойчивым развитием цивилизации [2], [4], [11], [20]
4. Экологизация энергетики, экологизация транспорта, экологизация производства	Что обозначает термин «экологизация»? Экологические проблемы, связанные с воздействием на окружающую среду промышленных предприятий, транспорта и энергетики. Основные направления экологизации перечисленных отраслей. Экологические эффекты их экологизации [2], [9], [11]
5. Законы охраны природы П. Р. Эрлиха	Что следует понимать под терминами: «среда жизни», «качество среды жизни»? Пояснить. Сформулировать законы Эрлиха, пояснить их содержание и значимость [1], [11]

Вариант 22

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Природные ресурсы и ограничения в их использовании	Дать определение термину «природные ресурсы». Привести классификацию природных ресурсов, пояснить их роль в

	<p>благоприятном развитии цивилизации. Почему все виды природных ресурсов на Земле конечны? Сформулируйте закон ограниченности природных ресурсов и закон падения природно-ресурсного потенциала. Основные направления рационального использования природных ресурсов [2], [4], [11], [20]</p>
<p>2. Роль и место человека в экосфере</p>	<p>Что следует понимать под экосферой и экоразвитием? Отчуждение человека от природы: в чем оно заключается и каковы его последствия для человека? Сформулировать и объяснить роль и место человека в экосфере. Демографический взрыв и его последствия – социальные и биологические [2], [4]</p>
<p>3. Сфера интересов промышленной экологии</p>	<p>Что такое экологический кризис и при каких условиях он возникает? Каковы пути выхода из него? Значение изучения и анализа взаимодействий экономики и окружающей среды для преодоления экологического кризиса. Что следует понимать под эколого-экономической системой? Причины негативного воздействия на окружающую среду промышленного производства. Экологизация производства и ее значение в рациональном использовании природных ресурсов и преодолении кризисной ситуации [2], [3], [5], [11], [20]</p>
<p>4. Антропогенное влияние на круговорот воды и углерода</p>	<p>Объяснить, что следует понимать под природными круговоротами. Круговорот воды и круговорот углерода. Охарактеризовать их; указать, какое они имеют значение для устойчивости биосферы. В чем заключается антропогенное вмешательство в эти круговороты? Каковы могут быть последствия? [1], [4], [5], [11], [20]</p>

5. Экологические законы Б. Коммонера	Сформулировать эти законы; пояснить, как их следует понимать и использовать [1], [11]
---	---

Вариант 23

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Экология и охрана окружающей среды. Охрана природы и охрана окружающей среды	Что изучает наука экология? Привести определения: «охрана природы», «охрана окружающей среды». Пояснить их значения, пояснить мотивацию охраны природы и охраны окружающей среды. Какое значение имеет экология в охране окружающей среды и охране природы? [1], [4], [11]
2. Глобальный антропогенный материальный баланс	Дать понятие техносферы, ее объема и состава. Вытеснение биосферы техносферой. Привести данные, характеризующие количественное соотношение между биосферой и техносферой. Представить схему глобального антропогенного материального баланса. Рассмотреть его и сделать выводы [1], [4]
3. Загрязнение почвы пестицидами	Что называется почвой? Какие ее основные экологические функции? Основные виды антропогенного воздействия на почвы. Что такое пестициды? Их свойства и назначение. В чем состоит опасность загрязнения окружающей среды пестицидами и, в частности, загрязнения почвы? [1], [5], [9]
4. Экологический кризис. Характеристика современного экологического кризиса	Дать определение экологического кризиса. Какие бывают кризисы по масштабам? Причины кризисов. В чем заключается современный экологический кризис и каковы его причины? Основные признаки современного глобального кризиса. Возможные последствия кризиса и пути выхода из него [4], [5], [20]

5. Физическое волновое загрязнение окружающей среды	Что надо понимать под общим названием «волновое загрязнение среды»? Рассмотреть вибрацию, акустические и электромагнитные воздействия. В чем специфика этих видов воздействия? Последствия волнового загрязнения среды [1], [5], [9]
---	--

Вариант 24

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Глобальные экологические проблемы современности	Пояснить, что надо понимать под экологической проблемой. Масштабы экологических проблем. Причины, порождающие экологические проблемы. Перечислить современные глобальные экологические проблемы, указать их основные причины и последствия [1], [5], [11]
2. Концепция промышленной экологии в сфере дальнейшего развития промышленной деятельности	Промышленная экология и круг основных проблем, рассматриваемых в ней. Анализ взаимодействий экономики и окружающей среды. Причины негативного воздействия на окружающую среду промышленного производства. Экологизация производства и ее значение в рациональном использовании природных ресурсов. Оценка жизненного цикла продукции (продукта). Переход на превентивные технологии [1], [3], [5], [20]
3. Засоление, заболачивание почв; опустынивание; отчуждение земель	Дать определения понятий: «засоление», «заболачивание», «опустынивание», «отчуждение». Указать основные причины этих явлений и их последствия. Привести примеры в масштабах всей планеты и для Республики Беларусь. Возможные направления предупреждения таких явлений и борьбы с ними [1], [5], [9], [20], [21], [28]
4. Эколого-экономическая система и основные прин-	Понятие эколого-экономической и природно-технической систем. Системный

ципы ее функционирования	подход и системный анализ. Соизмерение производственных и природных потенциалов и его интегральные критерии – природоемкость производства и техноёмкость природных систем. Понятие экологического нормирования [1], [4], [26]
5. Антропогенное воздействие на природный круговорот углерода и его последствия	Что называется природным круговоротом веществ, что собой представляет природный круговорот углерода? Каково его значение в устойчивом развитии биосферы? В чем заключается вмешательство человека в природные круговороты? Последствия вмешательства в круговорот углерода [1], [5], [11], [20]

Вариант 25

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Техносфера, техногенез, экосфера	Привести определения терминов «техносфера», «техногенез», «экосфера». Техногенез и экологическое воздействие. Техногенез и динамика экосферы. Составляющие экологического воздействия. Рассмотреть зависимости роста численности населения, мощности энергетики и валового мирового продукта в XX веке. Вклад разных стран в техносферу – индекс антропогенной нагрузки [1], [4]
2. Современные экологические проблемы и экологический кризис	Пояснить, что надо понимать под экологической проблемой, экологическим кризисом. Масштабы экологических проблем и кризисов. Причины, порождающие экологические проблемы и кризисы. Перечислить современные глобальные экологические проблемы, указать их основные причины и последствия [1], [5], [9], [20]
3. Антропогенное воздействие на природные	Что собой представляют природные круговороты? Каково их значение в

круговороты воды и веществ (C, N, P, S)	устойчивом развитии биосферы? Чем отличается ресурсный цикл от природного круговорота веществ? В чем заключается вмешательство человека в природные круговороты C, N, P, S и воды? Последствия вмешательства [1], [4], [5], [11]
4. Постиндустриальные технологии цивилизации	Понятия «технологии индустриальные» и «технологии постиндустриальные». Почему в сложившейся на планете ситуации необходим переход к постиндустриальным технологиям? Что относится к таким технологиям? Кратко охарактеризовать их преимущества по сравнению с индустриальными [2], [4]
5. Основные законы и правила природопользования	Сформулировать и пояснить действие следующих законов и правил: закон ограниченности природных ресурсов; закон падения природно-ресурсного потенциала; закон снижения энергетической эффективности природопользования; правило основного обмена; правило интегрального ресурса [1], [11]

Вариант 26

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Современная концепция экоразвития. Принципы экоразвития	Сформулировать, что следует понимать под экоразвитием. Принципы экоразвития. Организационная и функциональная структура управления экоразвитием. Основные условия, необходимые для реализации концепции экоразвития [1], [2], [4]
2. Жизненный цикл промышленного продукта (продукции)	Дать определение жизненного цикла продукта (продукции). В чем преимущества рассмотрения воздействия промышленного объекта на окружающую среду с позиций оценки жизненного цикла продукта? Постановка цели и определение рамок исследования [1], [16]

3. Индекс антропогенной нагрузки на окружающую среду и коэффициент антропогенного давления	Связь между ростом мировой экономики, изъятием природных ресурсов и техногенной деградацией природной среды. Вклад разных стран в техногенное давление на природу Земли. Как рассчитывается индекс антропогенной нагрузки на биосферу и какие параметры положены в основу его расчета. Коэффициент антропогенного давления и «экологический след» [1], [4]
4. Региональные экологические проблемы Республики Беларусь	[21], [28]
5. Загрязнение природных вод. Глобальные экологические проблемы, связанные с их загрязнением	Основные источники загрязнения природных вод. Виды загрязнений. Состав, количество и опасность загрязнителей. Как рассчитывается величина техногенной опасности для нормального состояния водоема (D_i)? Индекс загрязненности вод (ИЗВ) [1], [4]

Вариант 27

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Структура современной экологии. Место промышленной экологии в системе экологических наук	Теоретическая экология. Прикладная экология. Экология человека. Социальная экология. Промышленная экология. Кратко охарактеризовать их основные интересы. Почему экология в настоящее время рассматривается как наука о выживании человечества? Связь промышленной экологии с другими разделами мегаэкологии [3], [11]
2. Техносфера. Ресурсы биосферы и ресурсы техносферы	Привести определения биосферы и техносферы. Ресурсы и природные ресурсы. Классификация природных ресурсов. Экологическая интерпретация природных ресурсов. Использование ресурсов биосферой и техносферой. Последствия использования ресурсов техносферой [2], [4]

3. Экологизация производства, транспорта, энергетики	Что означает термин «экологизация»? Дать краткую характеристику воздействия на окружающую среду работы промышленных предприятий, транспорта и энергетических объектов. Какие экологические проблемы вызывают эти воздействия? Основные направления экологизации перечисленных отраслей. Экологические эффекты их экологизации [2], [9], [11], [13]
4. Водоемкость продукции; сточные воды. Экологические последствия загрязнения гидросферы	Какие функции выполняет вода в промышленном производстве? Что означает термин «водоемкость продукции»? Привести примеры водоемкости некоторых видов продукции. Что называется сточной водой? Как влияет водоемкость продукции на объемы сточных вод и загрязнение гидросферы? Назвать экологические последствия загрязнения гидросферы [2], [4], [5]
5. Интегральная оценка загрязнения атмосферного воздуха	Дать определение термину «загрязнение атмосферного воздуха». Источники загрязнения атмосферы. Состав, количество и опасность аэрополлютантов. Какие загрязнители атмосферы являются причиной глобальных экологических проблем? Перечислить их. Индекс суммарного загрязнения атмосферы: как он рассчитывается, что показывает [2], [4], [20]

Вариант 28

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Обмен веществ техносферы и техногенный материальный баланс	Привести определение техносферы, состав техносферы и ее количественные характеристики. Привести и рассмотреть схему глобального антропогенного материального баланса. Пояснить отличия техногенного массообмена от био-

	логического круговорота веществ. Последствия техногенного массообмена для биосферы [1], [4]
2. Экологическая безопасность. Критерии экологической безопасности	Пояснить термины «экологическая опасность» и «экологическая безопасность». Значение экологической безопасности в определении качества среды жизни человека. Перечислить критерии экологической безопасности и прокомментировать их [1], [2], [9]
3. Радиационное загрязнение окружающей среды	Краткая характеристика ионизирующего излучения. Источники ионизирующего облучения человека и последствия облучения. Радиационно опасные аварии и катастрофы. Хранение и обезвреживание радиационных отходов [1], [9], [27]
4. Урбанизация. Проблемы урбанизированных территорий	Дать определение урбанизации. Преимущества и издержки проживания на урбанизированных территориях. Экологические проблемы больших городов. Качество жизни на урбанизированных территориях. Влияние урбанизированных территорий на окружающую среду [1], [4], [11]
5. Законы П. Р. Эрлиха	Пояснить, что следует понимать под терминами «среда жизни», «качество среды жизни». Сформулировать законы Эрлиха, пояснить их содержание и значимость [1], [11]

Вариант 29

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Основные принципы и требования в организации безотходных производств	Природные ресурсы и их значение для человечества. Закон ограниченности природных ресурсов на планете. Рациональное и нерациональное использование природных ресурсов. Привести определение термина «безотходное производство». Роль безотходных производств

	в рациональном использовании природных ресурсов. Перечислить и пояснить основные принципы перехода на эти технологии [1], [9], [20]
2. Загрязнение поверхностных и подземных вод	Что относится к природным водам? Пояснить, что понимают под подземными и поверхностными водами. Охарактеризовать основные источники их загрязнения. Что относится к наиболее опасным загрязнителям и почему? Проблемы, возникающие от загрязнения поверхностных и подземных вод [5], [8]
3. Природные ресурсы и их классификации	Сформулировать понятия «ресурсы» и «природные ресурсы». Классификации природных ресурсов. По каким признакам она осуществляется? Для чего применяются классификации природных ресурсов? [5], [6], [9]
4. Понятие техногенеза. Основные черты современного техногенеза	Привести определения терминов «техносфера», «техногенез», «техносферогенез». Главные слагаемые техногенеза и его глобальный характер. Перечислить основные черты, присущие современному техногенезу; пояснить [1], [4]
5. Основные законы охраны среды жизни	Объяснить, что следует понимать под термином «качество среды жизни». Сформулировать и пояснить следующие законы: закон неустранимости отходов и закон постоянства отходов; законы П. Р. Эрлиха, законы Б. Коммонера [1], [11]

Вариант 30

Вопрос	Краткое содержание ответа
1. Эколого-экономическая система (ЭЭС). Глобальная и территориальная эколого-экономическая система	Пояснить, что следует понимать под термином «эколого-экономическая система». Значение формирования эколого-экономических систем и управления ими в решении природоохранных задач.

	Глобальная и территориальная эколого-экономическая система – поясните, что следует понимать под этими названиями. Какая из этих систем реализуется в настоящее время и почему? [1], [4]
2. Антропогенное воздействие на почву	Дать определение почве, описать ее основные экологические функции. Рассмотреть основные формы и источники воздействия на почвы, раскрыть специфику проблем загрязнения почв. Охарактеризовать основные проблемы, связанные с воздействием на почвы [5], [8], [9]
3. Общая характеристика физического загрязнения окружающей среды	Что относится к физическому загрязнению среды? Физическое волновое загрязнение среды: вибрация, акустические и электромагнитные воздействия. Описать источники загрязнения и специфику воздействия на окружающую среду [5], [9]
4. Связь между демографическим ростом, ростом производства и динамикой образования отходов	Современное народонаселение и особенности его роста. Правило демографического насыщения. Основное уравнение экологического воздействия человечества на природную среду IPAT (Воздействие = Численность населения × Изобилие × Технология) – пояснить [1], [4], [23]
5. Антропогенное воздействие на озоновый слой планеты	Что такое озоновый слой планеты? Какое он имеет значение для планеты? Причины, вызывающие разрушение озонового слоя. Антропогенные источники разрушения озонового слоя. Последствия разрушения озонового слоя Земли [5], [8], [20]

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Акимова, Т. А. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 566 с.
2. Акимова, Т. А. Экология. Природа – Человек – Техника / Т. А. Акимова, А. П. Кузьмин, В. В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 343 с.
3. Калыгин, В. Г. Промышленная экология / В. Г. Калыгин. – М.: Академия, 2004. – 432 с.
4. Акимова, Т. А. Экология. Природа – Человек – Техника / Т. А. Акимова, В. В. Кузьмин, В. В. Хаскин; под общей ред. А. П. Кузьмина. – М.: Экономика, 2007. – 510 с.
5. Коробкин, В. И. Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 576 с.
6. Природопользование / под ред. Э. А. Арустамова. – М.: Дашков и Ко, 2000. – 284 с.
7. Мазур, И. И. Курс инженерной экологии / И. И. Мазур, О. И. Молдованов; под ред. И. И. Мазура. – М.: Высш. шк., 1999. – 447 с.
8. Экологические основы природопользования / под ред. Э. А. Арустамова. – М.: Дашков и Ко, 2001. – 236 с.
9. Промышленная экология / под ред. В. В. Денисова. – М.; Ростов н/Д: МарТ, 2007. – 720 с.
10. Трушина, Т. П. Экологические основы природопользования / Т. П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, 2001. – 384 с.
11. Реймерс, Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – М.: Журнал «Россия молодая», 1994. – 367 с.
12. Реймерс, Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
13. Луканин, В. Н. Промышленно-транспортная экология / В. Н. Луканин, Ю. В. Трофименко; под ред. В. Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 2001. – 273 с.
14. Семин, В. А. Основы рационального водопользования и охраны водной среды / В. А. Семин. – М.: Высш. шк., 2001. – 320 с.

Дополнительная

15. Природный комплекс большого города. Ландшафтно-экологический анализ / Э. Г. Коломыц, Г. С. Розенберг, О. В. Глебова [и др.] – М.: Наука; Наука/Интерпериодика, 2000. – 286 с.
16. Коробкин, В. И. Экология в вопросах и ответах / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 384 с.
17. Петров, К. М. Общая экология: взаимодействие общества и природы / К. М. Петров. – СПб.: Химия, 1998. – 352 с.
18. Стадницкий, Г. В. Экология: учеб. пособие для вузов / Г. В. Стадницкий, А. И. Родионов. – СПб.: Химия, 1997. – 272 с.
19. Охрана окружающей среды / под ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.
20. Липунов, И. Н. Охрана окружающей среды / И. Н. Липунов, Л. В. Василенко, И. Г. Петрова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. – 538 с.
21. Природная среда Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: БИП-С, 2002. – 424 с.
22. Колесников, С. И. Экология / С. И. Колесников. – М.; Ростов н/Д: Дашков и Ко: Наука-Пресс, 2007. – 383 с.
23. Никаноров, А. М. Глобальная экология / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая. – М.: ПРИОР, 2000. – 286 с.
24. Акимова, Т. А. Макроэкология и основы экоразвития / А. Т. Акимова [и др.]. – М.: Изд-во РУДН, 2005. – 367 с.
25. Экология / под ред. В. В. Денисова. – Ростов н/Д: МарТ, 2002. – 640 с.
26. Орлов, Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – М.: Высш. шк., 2002. – 334 с.
27. Гринин, А. С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
28. Интернет-сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды [Электронный ресурс] / Мин-во прир. рес. и охраны окр. среды. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.by>.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»	6
2. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСА	10
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	11
3.1. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы.....	11
3.2. Задания к контрольной работе.....	12
ЛИТЕРАТУРА	48

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Программа, методические указания и контрольные работы

Составители: **Жарская** Тамара Александровна
Шибeka Людмила Анатольевна

Редактор *М. Д. Панкевич*
Компьютерная верстка *М. Д. Панкевич*
Корректор *М. Д. Панкевич*

Издатель:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.