

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра биологии

**Рабочая программа дисциплины
Б1.О.26 Фармацевтическая экология**

для обучающихся 3 курса,

специальность
33.05.01 Фармация

форма обучения
очная

Трудоемкость, зачетные единицы/часы	3 з.е. / 108 ч.
в том числе:	
контактная работа	54 ч.
самостоятельная работа	54 ч.
Промежуточная аттестация, форма/семестр	Зачет / 5 семестр

Тверь, 2026

Разработчики: зав. кафедрой биологии, д.б.н., профессор Петрова М.Б.,
доцент кафедры биологии, к.б.н., доцент Костюк Н.В.

Внешняя рецензия дана зав. кафедрой ботаники ФГБОУ ВО ТвГУ Министерства
образования и науки РФ, д.б.н., проф. Мейсуровой А.Ф.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии «14» мая
2026 г. (протокол № 11)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании методического совета по
преподаванию естественнонаучных и медико-биологических дисциплин «22» мая 2026
г. (протокол № 6)

Рабочая программа рекомендована к утверждению на заседании центрального
координационно-методического совета «27» августа 2026 г. (протокол № 1)

I. Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 33.05.01 Фармация, утвержденного приказом Минобрнауки России от 27 марта 2018 г. № 219, с учётом рекомендаций основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования.

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся общепрофессиональных и специализированных компетенций для оказания квалифицированной медицинской помощи в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом.

Задачами освоения дисциплины являются:

- ~ приобретение знаний о характере негативного воздействия фармацевтических производств и аптечных организаций на окружающую среду и здоровье человека, а также способах снижения такого воздействия;
- ~ освоение навыков оценки факторов окружающей среды для выявления экологического благополучия / неблагополучия территории и факторов производственной среды для определения ее безопасности для работников, занятых на химико-фармацевтическом предприятии;
- ~ формирование знаний и умений использования основных нормативных документов в области экологического контроля и охраны окружающей среды для подготовки управленческих решений в рамках фармацевтической деятельности;
- ~ формирование современных представлений об уровне научных достижений в области биотехнологии и ее роли в решении экологических проблем.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения
ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом конкретных экономических, экологических, социальных факторов в рамках системы нормативно-правового регулирования сферы обращения лекарственных средств	ИД _{ОПК-3} -3. Выполняет трудовые действия с учетом их влияния на окружающую среду, не допуская возникновения экологической опасности.	Знать: - основные нормативные документы, регламентирующие качество окружающей среды и охрану природы; - принципы экологического менеджмента предприятия и организации производственного экологического контроля; - основные источники загрязнения природных сред при осуществлении фармацевтической деятельности и методы снижения негативного воздействия на окружающую среду; - экономические механизмы регулирования природопользования. Уметь: - использовать нормативно-правовые акты по вопросам охраны окружающей среды в своей профессиональной деятельности; - оценивать качество окружающей среды по данным лабораторного анализа; - разрабатывать мероприятия по снижению негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду. Владеть: - навыками анализа экологической ситуации; - навыками оценки экологического благополучия территории для проведения заготовки лекарственного сырья.
	ИД _{ОПК-3} -4. Определяет и интерпретирует	Знать: - факторы производственной среды, способные оказывать негативное воздействие на

	основные экологические показатели состояния производственной среды при производстве лекарственных средств.	здоровье человека; - особенности обращения с медицинскими и фармацевтическими отходами разных классов опасности. Уметь: - выявлять факторы производственной среды, способные оказывать негативное воздействие на здоровье человека. Владеть: - навыками оценки безопасности рабочего места на основании данных лабораторного анализа.
СПК-3 Готовность применять профессионально профилированные знания и практические навыки для прогнозирования и определения потенциала использования биотехнологий.	ИД _{СПК-3.1} Оценивает потенциал использования биотехнологий в технологическом процессе производства лекарственных препаратов.	Знать: - преимущества и ограничения использования биотехнологий в производстве лекарственных препаратов; - потенциальные источники загрязнения подземных вод и агенты по удалению биогенных элементов; Уметь: - определять роль и перспективы развития биотехнологий в биоэкономике; - обосновывать практическое применение методов биотехнологии, исходя из анализа конкретной ситуации. Владеть: - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений в области биотехнологии.
СПК-5 Способность понимать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий, и использовать фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения задач	ИД _{СПК-5.1} Использует фундаментальные теоретические знания и практические навыки для анализа и решения задач в различных областях промышленной биотехнологии с целью эффективного и экологически безопасного производства лекарственных средств.	Знать: - принципы экологизации производственной деятельности; - процесс совершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду; - биотехнологические подходы к ограничению антропогенного воздействия на окружающую среду и способы ее оздоровления биотехнологическими методами. Уметь: - использовать достижения экологической биотехнологии для решения задач охраны окружающей среды и рационального природопользования при производстве лекарственных препаратов; - оценивать потенциал биологических способов утилизации побочных и тупиковых продуктов фармацевтического производства, детоксикации ксенобиотиков; - анализировать перспективы развития и внедрения новых биогеотехнологий. Владеть: - навыками поиска, анализа и систематизации информации по экобиотехнологии.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Фармацевтическая экология» входит в Обязательную часть Блока 1 ОПОП специалитета. Преподавание дисциплины «Фармацевтическая экология» осуществляется на базе знаний и умений, приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин.

Биология: среда обитания, экологические факторы, структура экосистем, биосфера и ее структура.

- ~ Общая и неорганическая химия: физико-химические свойства различных классов неорганических веществ, определяющих степень их токсичности и опасности для человека, поведение в окружающей среде.
- ~ Органическая химия: физико-химические свойства различных классов органических веществ, определяющих степень их токсичности и опасности для человека, поведение в окружающей среде.
- ~ Ботаника: основы географии и экологии растений, рациональная эксплуатация запасов и охрана дикорастущих лекарственных растений.
- ~ Физиология: закономерности функционирования органов и систем, механизмы их регуляции и саморегуляции у здорового человека, физиологическое значение воздуха, воды и пищи; физиология процессов дыхания и пищеварения.
- ~ Микробиология: экология микроорганизмов.
- ~ Гигиена: влияние факторов окружающей среды (атмосферного воздуха, воды, почвы и внутренней среды жилища) на здоровье человека; профилактика неблагоприятного влияния факторов и загрязнителей среды обитания на здоровье человека.

Дисциплина «Фармацевтическая экология» является предшествующей для изучения дисциплин: «Фармацевтическая химия»; «Токсикологическая химия»; «Фармацевтическая технология»; «Основы биотехнологии»; «Фармакология»; «Фармакогнозия».

4. Объём дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов, в том числе 54 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, и 54 часа самостоятельной работы обучающихся.

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: лекция-визуализация, проблемная лекция, занятие-конференция, регламентированная дискуссия, ролевая учебная игра, метод малых групп, подготовка и защита рефератов.

При изучении учебного материала по дисциплине «Фармацевтическая экология» 54 академических часа отводится на самостоятельную работу. В это время студент должен:

- ~ тщательно подготовиться к текущим практическим занятиям, используя основные и дополнительные источники информации;
- ~ самостоятельно решать ситуационные задачи;
- ~ оформлять рабочую тетрадь (заполнение таблиц, оформление решенных задач в случае, если не успел это сделать на занятии);
- ~ работать с дополнительной литературой, научной информацией;
- ~ работать с нормативными правовыми актами в области экологии и охраны природы;
- ~ выполнять поиск материала по теме реферата, подготовку устного сообщения и презентации к нему;
- ~ подготовиться к рубежному контролю знаний;
- ~ подготовиться к промежуточной аттестации (к зачету).

6. Формы промежуточной аттестации

Зачет в конце 5 семестра согласно условиям балльно-накопительной системы оценки знаний студентов.

II. Учебная программа дисциплины

1. Содержание дисциплины

Модуль 1. Основные понятия экологии и охраны окружающей среды.

1.1. Экология как наука.

1.1.1. Предмет и задачи современной экологии.

1.1.2. Фармацевтическая экология. Значение экологии в фармацевтической деятельности.

1.1.3. Методы исследований, применяемые в экологии.

1.2. Окружающая среда. Закономерности действия экологических факторов.

1.2.1. Среда обитания. Экологические факторы. Классификация экологических факторов.

- 1.2.2. Кривая жизнедеятельности организмов. Группы организмов в зависимости толерантности к действию экологических факторов.
- 1.2.3. Законы действия экологических факторов на организмы: законы минимума, максимума, оптимума. Правила совместного действия нескольких экологических факторов.
- 1.2.4. Адаптация организмов. Виды и уровни адаптации. Закономерности адаптации.
- 1.3. Экология популяций и сообществ.
 - 1.3.1. Популяции. Основные характеристики популяций.
 - 1.3.2. Структура популяции: возрастная, половая, пространственная.
 - 1.3.3. Динамика численности популяций. Типы роста популяций.
 - 1.3.4. Экологические стратегии популяций. Гомеостаз популяций.
 - 1.3.5. Экологическая система. Структура экосистем: видовая, пространственная, экологическая, трофическая.
 - 1.3.6. Связи внутри экосистемы, типы взаимоотношений между видами.
 - 1.3.7. Пищевые цепи и сети.
 - 1.3.8. Биологическая продуктивность. Правило экологических пирамид.
 - 1.3.9. Динамические изменения экосистем. Сукцессии.
- 1.4. Экология биосферы.
 - 1.4.1. Понятие биосферы. Состав биосферы.
 - 1.4.2. Функции биомассы.
 - 1.4.3. Круговорот веществ. Большой и малый круговороты, источники энергии для их поддержания.
 - 1.4.4. Запас химического элемента в среде: обменный и резервный фонд.
 - 1.4.5. Газовые и осадочные биогеохимические циклы: понятие, примеры.
 - 1.4.6. Этапы эволюции биосферы.
 - 1.4.7. Законы Коммонера.
- 1.5. Загрязнение окружающей среды
 - 1.5.1. Понятие загрязнения. Классификация загрязнений.
 - 1.5.2. Физическое загрязнение окружающей среды.
 - 1.5.3. Биологическое загрязнение окружающей среды.
 - 1.5.4. Химическое загрязнение окружающей среды. Соотношение понятий «ксенобиотик», «загрязнитель», «экотоксикант».
 - 1.5.5. Токсичность. Виды токсичности. Количественная оценка токсичности вещества.
 - 1.5.6. Механизмы экотоксичности.
 - 1.5.7. Персистентность ксенобиотиков в окружающей среде. Биоаккумуляция и биомагнификация.
 - 1.5.8. Элиминирование ксенобиотиков из окружающей среды: химическая и биотическая трансформация, миграция.
 - 1.5.9. Основные химические загрязнители окружающей среды: тяжелые металлы, пестициды, соединения азота, радионуклиды, пищевые и биологически активные добавки.
- 1.6. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды.
 - 1.6.1. Природопользование. Формы природопользования.
 - 1.6.2. Природные ресурсы, их классификация. Природно-ресурсный потенциал и ресурсообеспеченность территорий.
 - 1.6.3. Рациональное природопользование: понятие, задачи, направления.
 - 1.6.4. Экологизация производства. Малоотходные и безотходные технологии.
 - 1.6.5. Охрана окружающей среды. Основные принципы охраны окружающей среды.
 - 1.6.6. Государственное управление природопользованием, его направления.

- 1.6.7. Кадастры природных ресурсов. Красные книги России и Тверской области.
- 1.6.8. Мониторинг окружающей среды. Виды экологического мониторинга.
- 1.6.9. Нормирование качества окружающей среды. Основные нормативы качества окружающей среды.
- 1.6.10. Экономические механизмы природопользования.
- 1.6.11. Законодательное регулирование природопользования.
- 1.7. Охрана и рациональная эксплуатация ресурсов лекарственных растений.
 - 1.7.1. Влияние экологических факторов на накопление растениями биологически активных веществ и токсинов.
 - 1.7.2. Правила заготовки экологически чистого растительного сырья. Заключение об экологическом благополучии и возможности заготовки лекарственного сырья на определенной территории.
 - 1.7.3. Охрана лекарственных растений: понятие, цель, основные направления.
 - 1.7.4. Законодательное регулирование заготовок сырья дикорастущих лекарственных растений.
 - 1.7.5. Методические подходы к определению запасов лекарственных растений.
 - 1.7.6. Рациональная эксплуатация зарослей дикорастущих лекарственных растений.
- 1.8. Обобщающее занятие по модулю «Основные понятия экологии и охраны окружающей среды». Рубежный контроль.

Модуль 2. Химико-фармацевтические предприятия как источники загрязнения окружающей среды.

- 2.1. Производственный экологический контроль.
 - 2.1.1. Понятие и виды экологического контроля.
 - 2.1.2. Классификация предприятий по степени негативного воздействия на окружающую среду.
 - 2.1.3. Программа производственного экологического контроля.
- 2.2. Экологический контроль качества атмосферного воздуха.
 - 2.2.1. Законодательное регулирование охраны атмосферного воздуха.
 - 2.2.2. Химико-фармацевтические предприятия как источники загрязнения атмосферного воздуха.
 - 2.2.3. Инвентаризация выбросов и их источников.
 - 2.2.4. Нормирование качества атмосферного воздуха.
 - 2.2.5. Способы снижения концентрации вредных веществ в выбросах: рассеяние, сжигание, очистка.
 - 2.2.6. Санитарно-защитные зоны вокруг предприятия.
 - 2.2.7. Контроль качества атмосферного воздуха. Методы отбора и химического анализа проб воздуха.
 - 2.2.8. Плата за выбросы в атмосферу.
- 2.3. Экологический контроль промышленных сточных вод.
 - 2.3.1. Законодательное регулирование охраны природных вод.
 - 2.3.2. Водопотребление химико-фармацевтических предприятий. Документация по использованию и отведению вод.
 - 2.3.3. Сточные воды. Классификация сточных вод.
 - 2.3.4. Нормирование качества сточных вод.
 - 2.3.5. Условия приема сточных вод фармацевтических предприятий и аптек в водоотводящую сеть.
 - 2.3.6. Методы очистки и обезвреживания промышленных сточных вод.
 - 2.3.7. Методы анализа сточных вод.
 - 2.3.8. Плата за водопользование и водоотведение.
- 2.4. Экологический контроль качества почвы.
 - 2.4.1. Законодательное регулирование охраны почв.

- 2.4.2. Состав и свойства почвы.
- 2.4.3. Основные источники промышленного загрязнения почвы. Последствия загрязнения почвы.
- 2.4.4. Нормирование качества почвы.
- 2.4.5. Оценка уровня загрязнения почвы.
- 2.4.6. Показатели и категории загрязнения почвы. Рекомендации по использованию почв в зависимости от степени их загрязненности.
- 2.4.7. Рекультивация земель. Методы очистки почвы.
- 2.4.8. Экологические сборы за землепользование.
- 2.5. Отходы химико-фармацевтического производства.
 - 2.5.1. Законодательная база в области обращения с отходами.
 - 2.5.2. Отходы. Классификация отходов.
 - 2.5.3. Паспорт отхода.
 - 2.5.4. Нормы образования отходов и лимиты на их размещение.
 - 2.5.5. Понятие жизненного цикла отходов, его этапы.
 - 2.5.6. Требования к накоплению и временному хранению отходов на предприятии.
 - 2.5.7. Обезвреживание отходов.
 - 2.5.8. Переработка отходов. Способы утилизации отходов: рециклинг, регенерация, рекуперация, энергетическая утилизация.
 - 2.5.9. Способы ликвидации отходов: захоронение, сжигание, компостирование.
 - 2.5.10. Полигоны для захоронения отходов: требования к размещению, устройство.
 - 2.5.11. Плата за размещение отходов.
- 2.6. Медицинские и фармацевтические отходы.
 - 2.6.1. Законодательная база в области обращения с медицинскими отходами.
 - 2.6.2. Медицинские отходы, их классификация.
 - 2.6.3. Происхождение фармацевтических отходов.
 - 2.6.4. Жизненный цикл медицинских отходов. Схема обращения с медицинскими отходами.
 - 2.6.5. Участок по обращению с медицинскими отходами.
 - 2.6.6. Порядок сбора и временного хранения медицинских отходов.
 - 2.6.7. Обеззараживание и обезвреживание медицинских отходов.
 - 2.6.8. Транспортировка и уничтожение медицинских отходов.
 - 2.6.9. Учет и контроль медицинских отходов.
 - 2.6.10. Проблема загрязнения окружающей среды фармацевтическими отходами и возможные пути ее решения.
- 2.7. Экологический менеджмент на предприятии.
 - 2.7.1. Понятие экологического менеджмента предприятия. Пассивный и активный экологический менеджмент.
 - 2.7.2. Принципы, лежащие в основе активного экологического менеджмента. Затраты и преимущества внедрения активного экологического менеджмента.
 - 2.7.3. Инструменты экологического менеджмента.
 - 2.7.4. Экологическая экспертиза: понятие, цель, сроки проведения. Презумпция потенциальной экологической опасности.
 - 2.7.5. Производственный экологический контроль и мониторинг: понятия, цели, методы, контролируемые параметры.
 - 2.7.6. Экологический аудит: понятие, виды. Назначение экологического аудита.
 - 2.7.7. Экологическая сертификация: понятие, виды. Преимущества экологической сертификации.
 - 2.7.8. Экологическая маркировка: понятие, назначение, формы и типы.

- 2.7.9. Экологический риск и экологический ущерб. Классификация экологических рисков.
- 2.7.10. Концепция приемлемого риска.
- 2.7.11. Принципы, этапы и методы управления экологическими рисками.
- 2.8. Влияние производственных факторов на здоровье работников.
 - 2.8.1. Понятие производственного фактора, классификация производственных факторов.
 - 2.8.2. Основные характеристики трудовой деятельности: длительность, интенсивность, тяжесть, напряженность труда.
 - 2.8.3. Понятие условий труда, их классификация.
 - 2.8.4. Характеристика условий труда работников аптечных организаций и фармацевтических предприятий.
 - 2.8.5. Понятие профессионального риска.
 - 2.8.6. Профессиональные и профессионально обусловленные болезни. Основные профессиональные болезни работников фармацевтических предприятий и аптек.
 - 2.8.7. Профилактика профессиональных заболеваний и отравлений.
- 2.9. Обобщающее занятие по модулю «Химико-фармацевтические предприятия как источники загрязнения окружающей среды». Рубежный контроль.

Модуль 3. Биотехнологии в решении экологических проблем.

- 3.1. Экологическая биотехнология – перспективное направление современной биотехнологии.
 - 3.1.1. Биотехнология как наука. Цель и задачи биотехнологии.
 - 3.1.2. Биотехнологии как экологичная альтернатива химического синтеза лекарственных веществ. Этапы технологического процесса фармацевтического производства, где возможно внедрение биотехнологий: подготовка сырья, производство целевого продукта, обезвреживание и утилизация отходов.
 - 3.1.3. Экологическая биотехнология, ее задачи, направления и методические подходы.
 - 3.1.4. Характеристика объектов биотехнологии. Ограничения биотехнологий, связанные с особенностями биообъектов.
 - 3.1.5. Понятие о сырьевой базе биотехнологии. Требования, предъявляемые к питательным субстратам, используемым в биотехнологических процессах.
 - 3.1.6. Отходы производства как субстраты для культивирования биологических объектов.
- 3.2. Биологическая очистка сточных вод.
 - 3.2.1. Биологическая очистка сточных вод. Ее преимущества по сравнению с физико-химическими процессами очистки.
 - 3.2.2. Классификация методов биологической очистки стоков. Типы очистных сооружений в естественных и искусственных условиях.
 - 3.2.3. Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод. Основные группы организмов и их роль в процессах аэробной очистки сточных вод. Способы утилизации активного ила.
 - 3.2.4. Анаэробная очистка сточных вод: понятие, стадии разложения органического вещества в анаэробных условиях и группы микроорганизмов, их осуществляющие.
 - 3.2.5. Образование биогаза – побочного продукта анаэробной очистки стоков, как экологичный метод получения энергоносителей.

3.2.6. Технологические схемы многостадийной биологической очистки сточных вод.

3.3. Биоремедиация.

3.3.1. Понятие и принципы биоремедиации. Виды биоремедиации в зависимости от очищаемых природных сред и используемых биообъектов.

3.3.2. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов: технологии *in situ* и *ex situ*.

3.3.3. Биоремедиация водных экосистем.

3.3.4. Технологии фиторемедиации. Преимущества и ограничения фиторемедиации.

3.3.5. Технологии зооремедиации. Примеры использования для восстановления почв и водоемов.

3.3.6. Микроборемедиация, ее преимущества и ограничения. Биопрепараты для восстановления плодородия почв, ликвидации нефтяных загрязнений.

3.4. Перспективные биотехнологии удаления и деградации отдельных классов химических соединений.

3.4.1. Удаление биогенных элементов из природных и сточных вод: биологическое удаление азота, фосфора, серы.

3.4.2. Очистка природных сред от тяжелых металлов. Понятие биогеотехнологии, биогидрометаллургии. Биотехнологии переработки руд и концентратов.

3.4.3. Очистка загрязненных сред от нефти и нефтепродуктов.

3.4.4. Биологические методы деградации ксенобиотиков и фарм. препаратов.

3.4.5. Биоразрушаемые полимеры: понятие, примеры. Перспективы производства и использования биополимеров из возобновляемых ресурсов.

Промежуточная аттестация (зачет согласно условиям балльно-накопительной системы оценки знаний студентов).

2. Учебно-тематический план

2. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах) и матрица компетенций

Коды (номера) модулей (разделов) дисциплины и тем	Контактная работа обучающихся с преподавателем					Всего часов на контактную работу	Самостоятельная работа студента, включая подготовку к экзамену (зачету)	Итого часов	Формируемые компетенции					Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения	Формы текущего, в т.ч. рубежного контроля успеваемости
	лекции	семинары	лабораторные практические занятия	практические занятия, клинические практические занятия	экзамен/зачет				УК-	ОПК-3	ПК-	СПК-3	СПК-5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	8			12		20	19	39							
1.1.	1					1	1	2		+				ЛВ,МГ	С
1.2.	1			2		3	2	5		+				ЛВ,МГ	Т,С
1.3.	1			2		3	2	5		+				ЛВ,МИ,Р	Т,С,ЗС,Р
1.4.	1					1	2	3		+				ЛВ,Р	Т,С,ЗС,Р
1.5.	2			2		4	2	6		+		+		ПЛ,РД,Р	Т,С,ЗС,Р
1.6.	2			2		4	2	6		+				ПЛ,РД,Р	Т,С,ЗС,Р
1.7.				2		2	3	5		+				АКС,Р	Т,С,ЗС,Р
1.8.				2		2	5	7		+					КР, Пр
2.	8			16		24	20	44							
2.1.	1					1	1	2		+				ЛВ,МГ	Т,С
2.2.	1			2		3	2	5		+				ЛВ,МГ,Р	Т,С,ЗС
2.3.	1			2		3	2	5		+		+		ЛВ,РАЗО,Р	Т,С,ЗС,Р
2.4.	1			2		3	2	5		+			+	ЛВ,ПИО,Р	Т,С,ЗС,Р
2.5.	1			2		3	2	5		+			+	ЛВ,РД,Р	Т,С,ЗС,Р
2.6.	1			2		3	2	5		+			+	ПЛ,МО,Р	Т,С,ЗС,Р
2.7.	2			2		4	2	6		+				ПЛ,РД,Р	Т,С,ЗС,Р

2.8.				2		2	2	4		+				РИ,Р	Т,С,ЗС,Р
2.9.				2		2	5	7		+			+		КР, Пр
3.	2			8		10	8	18							
3.1.				2		2	1	3				+	+	МО	Т,С
3.2.	1			2		3	2	5					+	ЛВ,МГ	Т,С,ЗС
3.3.	1			2		3	2	5					+	ЛВ,ПИО	Т,С,ЗС
3.4.				2		2	3	5				+	+	ЗК,Р	Т,С,Р
Зачет							7	7		+		+	+		КР, Пр
ИТОГО:	18			36		54	54	108							

Список сокращений:

лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), занятие – конференция (ЗК), регламентированная дискуссия (РД), метод малых групп (МГ), подготовка и защита рефератов (Р), ролевая учебная игра (РИ), метод инцидента (МИ), анализ конкретных ситуаций (АКС), метод развивающего обучения (РАЗО), моделирующее обучение (МО), поисковая, исследовательская, образовательная технология (ПИО).

Т – тестирование, Пр – оценка освоения практических навыков (умений), ЗС – решение ситуационных задач, КР – контрольная работа, Р – написание и защита реферата, С – собеседование по контрольным вопросам

III. Фонд оценочных средств для контроля уровня сформированности компетенций (Приложение № 1)

1. Оценочные средства для текущего, в т.ч. рубежного контроля успеваемости

Примеры тестовых заданий закрытой формы для текущего контроля:

Выберите правильные ответы

1. Факторы среды, которые возникают в ходе прямого воздействия человека
 - 1) абиотические
 - 2) биотические
 - 3) антропогенные
 - 4) космические
2. Под качеством природной среды понимают
 - 1) ее способность постоянно воспроизводить жизнь на Земле с сохранением экосистем, биоразнообразия и генофонда
 - 5) сохранение природных экосистем и биоразнообразия
 - 6) предел, за которым природа не в состоянии справиться с антропогенной нагрузкой
 - 7) степень ее влияния на здоровье человека
3. Очистка сточных вод микроорганизмами в присутствии кислорода
 - 1) механическая
 - 8) химическая
 - 9) анаэробная
 - 10) аэробная
4. Комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов (растений, грибов, насекомых, червей)
 - 1) биотрансформация
 - 11) биоремедиация
 - 12) биodeградация
 - 13) биоконверсия

Эталоны ответов: 1. 3), 2. 1), 3. 3), 4. 2).

Критерии оценки заданий в тестовой форме для текущего контроля:

2 балла – 5 верных ответов

1 балл – 4 верных ответа

0 баллов – 0-3 верных ответа

Примеры заданий рубежного контроля в открытой форме:

Дополните следующие высказывания.

1. Совокупность конкретных абиотических и биотических условий, в которых обитает данная особь, популяция или вид называется _____. Отдельные свойства и элементы среды, воздействующие на организмы, – это _____. Один из фундаментальных законов экологии гласит, что наиболее значимо для организма то свойство среды, которое более всего _____ от оптимального значения.
2. Под _____ понимают такое состояние ее экологических систем, при котором постоянно обеспечиваются обменные процессы энергии и веществ между природой и человеком на уровне, обеспечивающем воспроизводство жизни на Земле. _____ – это процесс разработки и придания юридической силы научно обоснованным нормативам в виде показателей предельно допустимого воздействия человека на природу или среду обитания. Нормативы качества окружающей природной среды подразделяются на две группы: _____ (устанавливают допустимое количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующее фактор среды обитания с позиций его безопасности для человека) и _____ (устанавливают нормативы выбросов и сбросов вредных веществ).
3. Для учета отходов, образующихся на предприятии, оформляется _____. Он удостоверяет принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности и содержащий сведения об их составе. Для каждого предприятия устанавливается _____ (количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции) и _____

(предельное количество отходов, которое допускается размещать в установленный период времени).

Примеры практико-ориентированных заданий рубежного контроля:

Дайте краткий ответ на поставленные вопросы и задания.

Задание 1.

1. В какой из двух экосистем будет больше стенобионтов?

Имеется две экосистемы. Одна с высокой изменчивостью климатических условий, в другой они меняются незначительно.

Эталон ответа.

1. Стенобионтов будут больше в той экосистеме, где условия более постоянные (вторая).

Задание 2.

1. Чему равен коэффициент биоаккумуляции ($K_{акк}$) инсектицида?

Содержание инсектицида в воде составляет $2 \cdot 10^{-6}$ мг/кг, в рыбах – 2 мг/кг.

Эталон ответа.

1. Коэффициент аккумуляции $K_{акк}$ для рыб составляет 10^6 .

Задание 3.

1. Дайте заключение о возможности заготовки данного лекарственного сырья.

Выявлен лесной массив, обладающий высоким эксплуатационным запасом лекарственного сырья.

В почве под зарослями лекарственных растений обнаружено 2-х кратное превышение предельно-допустимой концентрации (ПДК) вещества 3 класса опасности.

Эталон ответа.

1. Заготовка лекарственного сырья допустима, если в фитомассе не превышен уровень ПДК.

Критерии оценки заданий для рубежного контроля:

5 баллов – 95 - 100% верных ответов

4 балла – 85 - 94% верных ответов

3 балла – 75 - 84% верных ответов

2 балла – 65 - 74% верных ответов

1 балл – 55 - 64% верных ответов

0 баллов – 0 - 54% верных ответов

Примеры контрольных вопросов для собеседования и письменного контроля.

1. Рациональное природопользование: понятие, задачи и направления.
2. Концепция малоотходных и безотходных производств.
3. Нормирование качества окружающей среды. Основные нормативы качества окружающей среды.
4. Программа производственного контроля предприятия.
5. Активный ил: понятие, видовой состав. Роль отдельных видов организмов в очистке сточных вод.

Критерии оценки при собеседовании:

5 баллов - максимальная оценка, если ответ полный, правильный, логичный, с использованием основной и дополнительной литературы.

4 балла - ответ полный, правильный, логичный, с использованием основной литературы.

3 балла - ответ правильный, но нелогично изложенный, с незначительными погрешностями, с использованием только основной литературы.

2 балла - ответ недостаточно полный и (или) содержит негрубые ошибки.

1 балл - ответ краткий, но правильный, правильно воспроизводятся лишь отдельные фрагменты учебного материала или допущено несколько грубых ошибок.

0 баллов - полное отсутствие ответов на предложенные задания, ответ не по вопросу, допущены грубейшие ошибки.

Примеры ситуационных задач

Задача 1. Определите, какое максимально допустимое содержание нитратов может быть в 1 кг картофеля, съеденного человеком (вес 60 кг) за сутки, если в процессе кулинарной обработки оно уменьшилось наполовину. Общее количество нитратов в остальном рационе вместе с водой составило 200 мг. ПДК нитратов составляет 5 мг / кг.

Эталонный ответ:

$$60 \text{ кг} \cdot 5 \text{ мг/кг} = 300 \text{ мг}$$

$$300 \text{ мг} - 200 \text{ мг} = 100 \text{ мг}$$

$$100 \text{ мг} \cdot 2 = 200 \text{ мг}$$

Максимально допустимое содержание нитратов в картофеле – 200 мг.

Задача 2. Существующее фармацевтическое предприятие выбрасывает в атмосферу окись углерода. В результате этого выброса среднесуточная концентрация составляет 18 мг/м³. Фоновая концентрация окиси углерода составляет 0,03 мг/м³. Второе предприятие по производству стеклянного дроба, находящееся в той же зоне, выбрасывает в атмосферу неорганическую пыль, содержащую диоксид кремния в количестве 0,0025 мг/ м³. Третье (проектируемое) фармацевтическое предприятие должно ввести в эксплуатацию цех по производству алюминиевых труб для упаковки мазей.

Вопросы:

1. Рассчитать концентрацию для производных алюминия, которая может поступить в атмосферу и находиться в пределах нормы.
2. Определить класс опасности третьего предприятия.
3. Установить размер санитарно защитной зоны (СЗЗ).
4. Установить процент озеленения санитарно защитной зоны.

Эталонный ответ:

1. Расчет ведем по формуле:

$$K = \frac{C_{\text{факт}} - C_{\text{фон}}}{\text{ПДК}}$$

Для первого предприятия $K_1 = 0,89$, для второго $K_2 = 0,05$. Для того, чтобы выбросы от третьего предприятия не приводили к превышению ПДК должно соблюдаться условие: $K_3 = 1 - 0,89 - 0,05 = 0,06$, что соответствует концентрации $0,06 \cdot \text{ПДК} = 1,2 \text{ мг/м}^3$.

2. Класс опасности предприятия – 1.
3. Размер СЗЗ – не менее 2000м.
4. Процент озеленения не менее 40%

Критерии оценки при решении ситуационных задач:

5 баллов - студент полно и правильно отвечает на все вопросы ситуационной задачи (100%), широко оперируя при этом сведениями из базовой, основной и дополнительной литературы.

4 балла - студент правильно, но не очень подробно, с незначительными погрешностями отвечает на все поставленные вопросы (100%), опираясь на сведения из базовой и основной литературы.

3 балла - студент правильно решает задачу, но отвечает не на все поставленные вопросы (70 - 89%), опуская детали, допуская негрубые ошибки, оперируя сведениями только из базовой литературы.

2 балла – студент правильно решает отдельные фрагменты задачи, отвечает не на все поставленные вопросы, допуская ошибки, оперируя сведениями только из базовой литературы.

1 балл – студент демонстрирует единичные фрагменты знаний, не решая задачу в целом.

0 баллов - студент не решает задачу, дает неправильный ответ, ответ не на поставленные в задаче вопросы.

Примеры тем рефератов.

1. Концепция безотходных и чистых производств.
2. Современные подходы к разработке методов очистки природных и сточных вод от следов лекарственных веществ.
3. Основные требования к полигонам для захоронения токсичных веществ.

Критерии оценки реферата:

10 баллов - тема полностью раскрыта, материал представлен логично, с использованием классической и современной литературы. По заданной проблеме подготовлено устное выступление (резюме) на 5 минут с презентацией или иллюстрациями, адаптированное для восприятия студентами без использования конспекта. На последнем слайде презентации представлен перечень используемой литературы и других источников информации.

9 - 8 баллов - тема полностью раскрыта, материал представлен логично, с использованием классической и современной литературы. По заданной проблеме подготовлено устное выступление (резюме) на 5 минут с презентацией или иллюстрациями, адаптированное для восприятия студентами с незначительным использованием конспекта. На последнем слайде презентации не представлен перечень используемой литературы и других источников информации.

7 - 6 баллов – тема раскрыта, материал по выбранной проблеме подобран. Устное выступление по написанному тексту с незначительными вставками свободной речи. Презентация недостаточно полно иллюстрирует представленный материал.

5 - 4 балла – тема раскрыта, но материал нелогично изложен, имеются погрешности, студент использовал только основную литературу, выступление по написанному тексту, презентация не усиливает восприятие материала.

3 - 2 балла – тема раскрыта недостаточно полно, доклад сделан без иллюстраций, использован единственный источник литературы, выступление формальное.

1 балл – материал полностью копирован из источника литературы, без творческой обработки, без выражения прочитан по написанному тексту без презентации.

0 баллов – реферат своевременно не подготовлен.

0 баллов – реферат не подготовлен.

Текущий и рубежный контроль успеваемости осуществляется по балльно-накопительной системе (Приложение № 5).

Перечень практических навыков (умений), которые необходимо освоить студенту

1. Проводить анализ и давать оценку экологической ситуации в регионе.
2. Давать заключение об экологическом благополучии, возможности заготовки лекарственного сырья на определенной территории.
3. Давать оценку безопасности рабочего места на основании данных лабораторного анализа.
4. Проводить критический анализ и систематизацию информацию в области биотехнологии и экобиотехнологии.

Критерии оценки выполнения практических навыков:

10 баллов - студент правильно, аккуратно и оперативно выполняет все практические манипуляции (100%) и свободно их воспроизводит через значительный временной интервал.

9 баллов - студент правильно, аккуратно и оперативно выполняет все практические манипуляции (100%), допуская незначительные погрешности, и свободно их воспроизводит через значительный временной интервал.

8 - 7 баллов - студент правильно, с отдельными погрешностями либо небольшой задержкой во времени выполняет практически все манипуляции (90 - 100%) и воспроизводит их через значительный временной интервал.

6 - 4 балла - студент с трудом овладевает основными практическими навыками (70 - 89%), используя для этого дополнительное внеаудиторное время, и не может их воспроизвести безупречно через некоторое время.

3 - 1 балл - студент овладел отдельными практическими навыками (50% - 70%), либо часто допускает грубейшие ошибки.

0 баллов - студент овладел отдельными практическими навыками (менее 50%), либо он не способен их выполнить в режиме динамического стереотипа.

2. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (зачёт) (Приложение № 1)

Итоги освоения дисциплины подводятся на последнем занятии в соответствии с балльно-накопительной системой (Приложение № 5). Студенту, набравшему по результатам изучения дисциплины от 55 до 100 % от максимально возможного количества баллов на день окончания

семестра, в зачетную книжку и ведомость выставляется «ЗАЧТЕНО». При этом у студента должны быть отработаны все пропуски и/или задолженность по результатам рубежных контролей. В противном случае студент на последнем занятии сдает зачет по материалу всей программы дисциплины. Зачет проводится в виде тестирования в компьютерном классе кафедры.

Примеры заданий в тестовой форме.

Выберите один правильный ответ

1. Любой физический агент, химическое вещество или биологический вид, вызывающий загрязнение среды
 - 1) загрязнитель
 - 14) ксенобиотик
 - 15) экотоксикант
 - 16) яд
5. Продолжительность сохранения ксенобиотиком биологической активности в окружающей среде или её отдельных объектах
 - 1) элиминация
 - 17) персистентность
 - 18) биоаккумуляция
 - 19) биомагнификация
6. Природные ресурсы, запасы которых восстанавливаются быстрее, чем используются, либо не зависят от того, используются они или нет
 - 1) возобновляемые
 - 20) невозобновляемые
 - 21) неисчерпаемые
 - 22) постоянные
7. Нормирование качества среды обитания – это разработка
 - 1) нормативов антропогенной нагрузки на среду обитания
 - 23) методических рекомендаций о нормах воздействия хозяйственной и иной деятельности на среду обитания
 - 24) научно-обоснованных нормативов предельно допустимого воздействия человека на среду обитания с приданием им правового статуса
 - 25) проектов предельно допустимых выбросов в атмосферу
8. Примеры производств, относящихся к первой категории негативного воздействия на окружающую среду (особо опасные)
 - 1) производство силикатного кирпича
 - 26) порты
 - 27) учреждения образования
 - 28) добыча и переработка полезных ископаемых
9. Комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных и загрязненных земель, а также на улучшение условий окружающей среды
 - 1) биоремедиация
 - 29) рекультивация
 - 30) деградация
 - 31) самоочищение

Эталоны ответов: 1. 1); 2. 2); 3. 1); 4. 3); 5. 4); 6. 2).

Примеры заданий в открытой форме:

Дополните следующие высказывания.

1. Влияние химического вещества на экосистемы зависит от его _____ (степени негативного влияния на живые организмы) и _____ (длительности сохранения вещества в окружающей среде). Процесс накопления вещества в живых организмах в результате извлечения его из абиотической фазы (воды, почвы, воздуха) или пищи называется _____. Иногда может наблюдаться _____ – увеличение концентрации вещества при переходе от одного звена трофической цепи к другому.
4. _____ – это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. Ее

устанавливают с учетом ПДК вредного вещества в местах водопользования, _____ (концентрация вещества в водном объекте перед местом сброса) и _____ (способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контрольном пункте водопользования).

5. _____ – это долгосрочные наблюдения за состоянием окружающей природной среды. Различают несколько его видов. По территориальному признаку выделяют _____ (ведется в отношении отдельных объектов), _____ (наблюдение за процессами и явлениями в пределах значительного района) и _____ (проводится с целью получения информации о биосфере в целом или об отдельных биосферных процессах).

Примеры практико-ориентированных заданий:

Дайте краткий ответ на поставленные вопросы и задания.

Задание 1.

1. Назовите лимитирующие факторы водной среды.
2. Какие обитатели типичны для водной среды – гомойотермные или пойкилотермные?
В водной среде амплитуда значений температуры не превышает 50 °С, для нее характерны высокая плотность, содержание кислорода 1% от объема. Свет в чистой воде проникает до глубины 50-60 м, в сильно загрязненной – на несколько сантиметров.

Эталон ответа.

1. Лимитирующие факторы для водных экосистем: температура; солнечный свет; содержание растворенного кислорода; соленость.
2. В воде мало теплокровных (гомойотермных) организмов.

Задание 4.

1. Рассчитайте, сколько в России ежегодно образуется бытового фармацевтического мусора. Среднее количество образующегося бытового фармацевтического мусора в расчете на одно домохозяйство составляет 0,1 кг/год. В России насчитывается около 50 млн. домохозяйств.

Эталон ответа.

1. Ежегодно в России образуется 5 тыс. тонн бытового фармацевтического мусора.

Задание 5.

1. Произведите расчет платы предприятия за сброс загрязняющих веществ в водные объекты.
2. Почему ставки платы за сброс для разных загрязняющих веществ не одинаковы?
В течение года сброс загрязняющих веществ со сточными водами фарм.предприятия составил 0,01 тонны ацетона, 0,1 тонны глицерина, 1 тонна хлоридов, что не превышает установленные природопользователю предельно допустимые нормативы сбросов. Ставки платы за сброс 1 тонны загрязняющего вещества соответственно равны: 5000; 300 и 1 руб./тонна.

Эталон ответа.

1. Итоговая плата составит 81 руб.
2. Ставки платы зависят от экологической опасности вещества: чем большую опасность вещество представляет для окружающей среды, тем выше ставка платы.

Критерии оценки заданий в тестовой форме для промежуточной аттестации:

- 5 баллов – 95 - 100% верных ответов
- 4 балла – 85 - 94% верных ответов
- 3 балла – 75 - 84% верных ответов
- 2 балла – 65 - 74% верных ответов
- 1 балл – 55 - 64% верных ответов
- 0 баллов – 0 - 54% верных ответов

Фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности компетенций по итогам освоения дисциплины для каждой формируемой компетенции создается в соответствии с образцом, приведенным в Приложении № 1.

IV. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

а). Основная литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена [Текст] : учебник / А.М. Большаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 425 с.
2. Большаков, А.М. Общая гигиена [Электронный ресурс] : учебник / А.М. Большаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 425 с.
3. Биотехнология [Электронный ресурс] : учебник / под ред. В.А. Колодяжной, М.А. Самотруевой. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 384 с.

б). Дополнительная литература:

1. Экология человека [Электронный ресурс] : учебник / под ред. А.И. Григорьева. – 2-е изд., испр. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 240 с.
2. Мельниченко, П.И. Гигиена с основами экологии человека [Электронный ресурс] : учебник / под ред. П.И. Мельниченко. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 752 с.
3. Основные понятия и законы экологии. Аутэкология и демэкология [Текст : электронный] : интерактивное учебно-методическое пособие для ЭИОС по дисциплине «Фармацевтическая экология» для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 33.05.01 Фармация / Н.В. Костюк, И.В. Исакова. – Тверь : Тверской ГМУ, 2022. – 31 с.
4. Основные понятия и законы экологии. Синэкология и глобальная экология [Текст : электронный] : интерактивное учебно-методическое пособие для ЭИОС по дисциплине «Фармацевтическая экология» для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 33.05.01 Фармация / Н.В. Костюк, И.В. Исакова. – Тверь : Тверской ГМУ, 2022. – 31 с.
5. Загрязнение окружающей среды [Текст : электронный] : интерактивное учебно-методическое пособие для ЭИОС по дисциплине «Фармацевтическая экология» для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 33.05.01 Фармация / Н.В. Костюк, М.А. Петровская. – Тверь : Тверской ГМУ, 2022. – 24 с.
6. Рациональное природопользование и охрана природы [Текст : электронный] : интерактивное учебно-методическое пособие для ЭИОС по дисциплине «Фармацевтическая экология» для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 33.05.01 Фармация / Н.В. Костюк, М.А. Петровская. – Тверь : Тверской ГМУ, 2022. – 25 с.
7. Экологический контроль качества воздуха [Текст : электронный] : интерактивное учебно-методическое пособие для ЭИОС по дисциплине «Фармацевтическая экология» для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 33.05.01 Фармация / Н.В. Костюк, М.А. Петровская. – Тверь : Тверской ГМУ, 2022. – 26 с.
8. Экологический контроль качества воды и почвы [Текст : электронный] : интерактивное учебно-методическое пособие для ЭИОС по дисциплине «Фармацевтическая экология» для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 33.05.01 Фармация / Н.В. Костюк, М.А. Петровская. – Тверь : Тверской ГМУ, 2022. – 27 с.
9. Отходы фармацевтической деятельности [Текст : электронный] : интерактивное учебно-методическое пособие для ЭИОС по дисциплине «Фармацевтическая экология» для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 33.05.01 Фармация / Н.В. Костюк, И.В. Стручкова. – Тверь : Тверской ГМУ, 2022. – 28 с.
10. Экологический менеджмент [Текст : электронный] : интерактивное учебно-методическое пособие для ЭИОС по дисциплине «Фармацевтическая экология» для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 33.05.01 Фармация / Н.В. Костюк, М.Н. Яковлева. – Тверь : Тверской ГМУ, 2022. – 31 с.

2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Фармацевтическая экология. Модуль: Основные понятия и законы экологии и охраны окружающей среды [Текст : электронный]: методические указания к практическим занятиям для обучающихся по основной образовательной программе высшего образования (специалитет) по специальности «Фармация» / М.Б. Петрова [и др.] – Тверь : Тверской ГМУ, 2023. – 52 с.
2. Фармацевтическая экология. Модуль: Химико-фармацевтическое предприятие как источник загрязнения окружающей среды [Текст : электронный] : методические указания к практическим занятиям для обучающихся по основной образовательной программе высшего образования (специалитет) по специальности «Фармация» / М.Б. Петрова [и др.] – Тверь : Тверской ГМУ, 2023. – 55 с.
3. Фармацевтическая экология. Модуль: Экологический менеджмент на химико-фармацевтическом предприятии и в аптечной сети [Текст : электронный] : методические указания к практическим занятиям для обучающихся по основной образовательной программе высшего образования (специалитет) по специальности «Фармация» / М.Б. Петрова [и др.] – Тверь : Тверской ГМУ, 2023. – 52 с.

3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и электронные образовательные ресурсы:

Электронный справочник «Информио» для высших учебных заведений (www.informuo.ru);
 Электронный библиотечный абонемент Центральной научной медицинской библиотеки Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова // <http://www.emll.ru/newlib/>;
 Информационно-поисковая база Medline ([http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed));
 База данных «Российская медицина» (<http://www.scsml.rssi.ru/>)
 Официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации // <https://minzdrav.gov.ru/>;
 Российское образование. Федеральный образовательный портал. // <http://www.edu.ru/>;
 Клинические рекомендации: <http://cl.rosminzdrav.ru/>;
 Электронный образовательный ресурс Web-медицина (<http://webmed.irkutsk.ru/>)

4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

4.1. Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Office 2016:
 - Access 2016;
 - Excel 2016;
 - Outlook 2016;
 - PowerPoint 2016;
 - Word 2016;
 - Publisher 2016;
 - OneNote 2016.
2. ABBYY FineReader 11.0
3. Карельская Медицинская информационная система К-МИС
- 4 Программное обеспечение для тестирования обучающихся SunRAV TestOfficePro
5. Программное обеспечение «Среда электронного обучения 3KL»
6. Компьютерная программа для статистической обработки данных SPSS
7. Экспертная система обнаружения текстовых заимствований на базе искусственного интеллекта «Руконтекст»
8. Справочно-правовая система Консультант Плюс

4.2. Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС):

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (www.studmedlib.ru);
2. Справочно-информационная система MedBaseGeotar (mbasegeotar.ru)
3. Электронная библиотечная система «elibrary» (<https://www.elibrary.ru/>)

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Пример методических указаний для обучающихся по освоению дисциплины

ОТХОДЫ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Цель занятия: изучить требования действующего законодательства по классификации, паспортизации, нормированию образования и размещению отходов; способы переработки и утилизации отходов; принципы расчета платы за размещение отходов.

ЗАДАНИЯ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые предназначены для удаления
 - 1) товары
 - 32) сырье
 - 33) отходы
 - 34) продукция
2. Документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе
 - 1) диплом
 - 35) паспорт
 - 36) сертификат
 - 37) удостоверение
3. Установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции
 - 1) норматив образования
 - 38) лимит на размещение
 - 39) предельный сброс
 - 40) предельный выброс
4. Предельное количество отходов, которое допускается размещать на предназначенных этого объектах в установленный период времени и которое не нарушает экологического равновесия природных сред
 - 1) норматив образования
 - 41) лимит на размещение
 - 42) предельный сброс
 - 43) предельный выброс
5. Последовательность процессов обращения с отходами в период времени от момента их появления и до окончания их существования
 - 1) жизненный цикл
 - 44) круговорот
 - 45) переработка
 - 46) размещение
6. Деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов
 - 1) производство
 - 47) обращение
 - 48) ликвидация
 - 49) переработка
7. Технологическая операция или совокупность операций, в результате которых первичное токсичное вещество превращается в нейтральные нетоксичные и неразлагающиеся соединения
 - 1) утилизация
 - 50) обезвреживание
 - 51) переработка
 - 52) ликвидация

8. Деятельность, направленная на повторное использование отходов в качестве материальных или энергетических ресурсов
 - 1) утилизация
 - 53) обезвреживание
 - 54) ликвидация
 - 55) компостирование
9. Изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах для предотвращения попадания вредных веществ в окружающую природную среду
 - 1) захоронение
 - 56) обезвреживание
 - 57) переработка
 - 58) компостирование
10. Один из способов окончательной ликвидации отходов, основанный на микробном разложении биологических материалов
 - 1) компостирование
 - 59) обезвреживание
 - 60) переработка
 - 61) утилизация

Эталоны ответов: 1.3); 2.2); 3.1); 4.1); 5.1); 6.2); 7.2); 8.1); 9.1); 10.1).

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

1. Законодательная база в области обращения с отходами.
10. Отходы. Классификация отходов.
11. Федеральный классификационный каталог отходов.
12. Паспорт отхода.
13. Нормы образования отходов и лимиты на их размещение.
14. Понятие жизненного цикла отходов, его этапы.
15. Требования к накоплению и временному хранению отходов на предприятии.
16. Обезвреживание отходов.
17. Переработка (утилизация) отходов. Способы утилизации отходов: рециклинг, регенерация, рекуперация, энергетическая утилизация.
18. Способы ликвидации отходов: захоронение, сжигание, компостирование.
19. Плата за размещение отходов.

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. Определите классификационный код отхода.

С 2014 г. в РФ действует Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО). Каталог доступен по адресам: <https://rpn.gov.ru/fkko/>, <https://ekologicheskoe-proektirovanie.ru/klassifikator-otkhodov-2016-2017/>, http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218071/3d063ec1103c03931fe1e4c4f3eb9382b9fd7db4/. Каталог систематизирует отходы по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и физическому состоянию, степени вредного воздействия на окружающую природную среду. Каждому виду отходов присвоен одиннадцатизначный код, характеризующий его классификационные признаки. Первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отхода; девятая и десятая цифры – для кодирования агрегатного состояния; одиннадцатая цифра – для кодирования класса опасности для окружающей природной среды.

~ Основные блоки каталога:

- ~ 1 00 000 00 00 0 – Отходы сельского, лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства
- ~ 2 00 000 00 00 0 – Отходы добычи полезных ископаемых
- ~ 3 00 000 00 00 0 – Отходы обрабатывающих производств
- ~ 4 00 000 00 00 0 – Отходы потребления производственные и непроизводственные; материалы, изделия, утратившие потребительские свойства, не вошедшие в блоки 1-3, 6-9
- ~ 6 00 000 00 00 0 – Отходы обеспечения электроэнергией, газом и паром
- ~ 7 00 000 00 00 0 – Отходы при водоснабжении, водоотведении, деятельности по сбору, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов

- ~ 8 00 000 00 00 0 – Отходы строительства и ремонта
 9 00 000 00 00 0 – Отходы при выполнении прочих видов деятельности, не вошедшие в блоки 1-3, 6-8

Для перечисленных ниже отходов определите классификационный код в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов. Дайте расшифровку кода. На основании класса опасности определите условия размещения (временного хранения) отходов. Данные занесите в таблицу 1.

Отходы:

- 1) Канцелярские товары: бумага (старые документы), скотч.
- 2) Средства индивидуальной защиты: маски медицинские одноразовые, резиновые перчатки, пластиковая упаковка из под дезинфицирующего средства.
- 3) Лабораторная посуда и реактивы: пластиковые пробирки (изделия лабораторные), стеклянный бой, отходы от использованного в анализах хлорида железа (III).
- 4) Прочие отходы: скошенная трава вокруг производственного цеха, зола от сжигания медицинских отходов.

Таблица 1

Классификационный код отхода

Наименование отхода	Классификационный код	Расшифровка кода			Особенности размещения
		Код происхождения вида отхода и их состава	Агрегатное состояние	Класс опасности	

2. Произведите расчет платы за размещение отходов производства.

Размер платы за размещение отходов (за исключением твердых коммунальных отходов) в пределах установленных лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы с учетом вида размещаемого отхода (нетоксичные, токсичные) на массу размещаемого отхода и суммирования полученных произведений по видам отходов:

$$П_n = \sum (C_j \cdot M_j \cdot K_{от} \cdot K_{ст})$$

где $П_n$ – плата за размещение отходов j -го класса опасности, руб.;

C_j – ставка платы за размещение 1 тонны отходов j -го класса опасности в пределах допустимых нормативов, руб. (см. табл. 2);

M_j – фактическая масса отходов j -го класса опасности, тонна;

$K_{от}$ – дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной (ООПТ), равный 2;

$K_{ст}$ – стимулирующий коэффициент к ставке платы за размещение отходов j -го класса опасности (см. табл. 3).

Таблица 2

Ставка платы за размещение отходов C_j

Класс опасности отхода	C_j , руб/тонна
Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	5526,0
Отходы II класса опасности (высокоопасные)	2368,3

Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	1579,1
Отходы IV класса опасности (малоопасные) (за исключением твердых коммунальных отходов IV класса опасности (малоопасные))	789,2
Отходы V класса опасности (практически неопасные) перерабатывающей промышленности	47,7

Таблица 3

Значения стимулирующего коэффициента $K_{ст}$

Размещение отходов	$K_{ст}$
Размещение отходов производства и потребления, которые образовались в собственном производстве, в пределах установленных лимитов на их размещение на объектах размещения отходов, принадлежащих юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю на праве собственности и оборудованных в соответствии с установленными требованиями	0,3
Размещении отходов III класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов II класса опасности	0,67
Размещение отходов IV класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов III класса опасности	0,49
Размещение отходов IV класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов II класса опасности	0,33

2.1. Для химико-фармацевтического предприятия, которое находится вдали от ООПТ, рассчитайте плату (в пределах лимитов) за размещение 4,65 тонн отходов IV класса опасности и 9,38 тонн отходов V класса опасности на городском полигоне.

2.2. Как изменится размер платы (п. 2.1), если предприятие расположено на особо охраняемой природной территории (ООПТ)?

2.3. Как изменится размер платы (п. 2.1), если специально оборудованный полигон находится на собственной территории предприятия?

2.4. Как изменится размер платы (п. 2.1), если отходы IV класса образовались в результате обезвреживания отходов II класса опасности?

2.5. Сделайте вывод о роли стимулирующих коэффициентов в повышении экологизации производства.

3. Решите ситуационные задачи по теме занятия.

Задача 1. Рассчитайте плату (в пределах лимитов) за размещение 89,4 тонн отходов IV класса опасности и 14,38 тонн отходов V класса опасности на городском полигоне.

Задача 2. Рассчитайте плату (в пределах лимитов) за размещение 6,4 тонн отходов IV класса опасности и 3,98 тонн отходов V класса опасности на собственном специально оборудованном полигоне предприятия.

Задача 3. Рассчитайте плату (в пределах лимитов) за размещение 2,34 тонн отходов IV класса опасности и 35,8 тонн отходов V класса опасности на городском полигоне. Отходы IV класса образовались в результате обезвреживания отходов III класса опасности.

Задача 4. Рассчитайте плату (в пределах лимитов) за размещение 5,25 тонн отходов I класса опасности и 7,538 тонн отходов III класса опасности на региональном специально оборудованном полигоне.

Задача 5. Рассчитайте плату (в пределах лимитов) за размещение 1,54 тонн отходов IV класса опасности и 2,38 тонн отходов V класса опасности на городском полигоне, если предприятие находится на территории ООПТ.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Основные требования к полигонам для захоронения токсичных веществ.
20. Проблема утилизации промышленных отходов в России.

V. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Представлены в Приложении № 2

VI. Научно-исследовательская работа студента

Научно-исследовательская работа студентов включает в себя:

- ~ проведение поисковой работы по заданной проблеме,
- ~ подготовка иллюстративного материала к текущим практическим занятиям (изготовление таблиц, моделей),
- ~ подготовка доклада и выступление на заседании кафедрального кружка СНО,
- ~ подготовка доклада и участие в учебно-практических и научных конференциях,
- ~ публикация тезисов и статей в сборниках студенческих работ.

Конкретная тема, порядок выполнения и её реализация определяется студентами совместно с преподавателем и руководителем СНО кафедры.

VII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

Представлены в Приложении № 3.

**Фонды оценочных средств
для проверки уровня сформированности компетенций (части компетенций)
для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом конкретных экономических, экологических, социальных факторов в рамках системы нормативно-правового регулирования сферы обращения лекарственных средств

ИД_{ОПК-3}-3. Выполняет трудовые действия с учетом их влияния на окружающую среду, не допуская возникновения экологической опасности.

ИД_{ОПК-3}-4. Определяет и интерпретирует основные экологические показатели состояния производственной среды при производстве лекарственных средств.

Задания комбинированного типа с выбором верного ответа и обоснованием выбора из предложенных

Выберите один правильный ответ.

Задание 1

Степень воздействия атмосферных загрязнителей на состояние листьев и других органов растений определяется соотношением двух противоположенных направленных процессов

- 1) поглощения и выделения атмосферной влаги и углекислого газа
- 62) синтеза и распада запасных питательных веществ
- 63) поступления токсичных веществ и их нейтрализации

Ответ: 3)

Обоснование: Большинство загрязнителей не влияет на содержание атмосферной влаги и углекислого газа, также как и на процессы метаболизма запасных веществ. Для формирования ответной реакции на химический загрязнитель необходимо его проникновение в ткани живого организма.

Задание 2

Рабочей зоной считается пространство над уровнем пола и площадки, на которой расположены места постоянного или временного пребывания работающих, высотой

- 1) 1 м
- 64) 2 м
- 65) 2,5 м

Ответ: 2)

Обоснование: Рабочей зоной считается уровень 2 м, что соответствует росту большинства людей.

Задание 3

Показатель вредности, отражающий миграцию веществ из почвы в растения и далее в продукты питания

- 1) миграционно-воздушный
- 66) миграционно-водный
- 67) транслокационный

Ответ: 3)

Обоснование: Миграционно-водный и миграционно-воздушные показатели отражают перемещение загрязнителя из почвы в воду и воздух соответственно. Транслокационный показатель вредности характеризуют перемещение вещества из почвы в живые организмы и далее по пищевым цепям.

Задание 4

Технологическая операция или совокупность операций, в результате которых первичное токсичное вещество превращается в нейтральные нетоксичные и неразлагающиеся соединения

- 1) обезвреживание отходов

68) переработка отходов

69) ликвидация отходов

Ответ: 1)

Обоснование: Переработка отходов подразумевает такое преобразование отходов, которое позволяет осуществлять его повторное использование в тех же или других целях; ликвидация отходов предполагает полное уничтожение отходов, например, сжигание. Обезвреживание отходов – это перевод токсических веществ в малотоксичное или недоступное состояние.

Задание 5

Плановая периодичность государственного экологического контроля особо опасных производств

1) 2 раза в год

70) 1 раз в год

71) 1 раз в 3 года

Ответ: 1)

Обоснование: Государственный экологический контроль особо опасных предприятий проводится с наибольшей частотой – 2 раза в год.

Задания закрытого типа на установление соответствия

Задание 1

Прочитайте текст и установите соответствие

В зависимости от природы выделяют четыре класса загрязнителей. Установите соответствие между примером загрязнителя и его классом.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Загрязнитель		Класс загрязнителя	
а	Вибрация	1	Механические
б	Плесень	2	Биологические
в	Фенол	3	Химические
г	Стекло	4	Физические
д	Сернистый газ		
е	Тепловая энергия		
ж	Металлическая стружка		
з	Бактерии		

Запишите выбранные цифры по соответствующим буквам

а	б	в	г	д	е	ж	з
4	2	3	1	3	4	1	2

Задание 2

Прочитайте текст и установите соответствие

В зависимости от размеров территории, подвергшейся воздействию, выделяют три уровня загрязнений. Установите соответствие между масштабами загрязнения и их характеристикой.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Характеристика		Загрязнение	
а	Распространяется на большое расстояние, вплоть до общепланетарного влияния	1	Локальное
б	Характерно для городов, крупных промышленных и транспортных предприятий	2	Региональное
в	Охватывает значительные территории и акватории как результат влияния крупных промышленных районов	3	Глобальное
г	Связано с отклонением физических параметров окружающей среды от нормы		

Запишите выбранные цифры по соответствующим буквам

а	б	в	г
3	1	2	1

Задание 3

Прочитайте текст и установите соответствие

В рамках экологического менеджмента существует ряд инструментов. Установите соответствие между инструментом экологического менеджмента и его характеристикой.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Характеристика		Инструмент экологического менеджмента	
а	Необходима для информирования клиентов об экологической особенности продукции	1	Экспертиза
б	Устанавливает соответствия намеченной хозяйственной деятельности экологическим требованиям	2	Аудит
в	Проводится с целью выработка рекомендаций по снижению негативного воздействия среду	3	Сертификация
г	Проводимая с целью улучшения экологического имиджа предприятия	4	Маркировка

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г
4	1	2	3

Задание 4

Прочитайте текст и установите соответствие

Выделяют пять классов опасности отходов. Установите соответствие между классом опасности отходов и их характеристикой.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Характеристика		Класс опасности отхода	
а	Период восстановления экосистемы – не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	1	Чрезвычайно опасные
б	Период самовосстановления экосистемы не менее 3 лет	2	Высоко опасные
в	Экологическая система практически не нарушена	3	Умеренно опасные
г	Экологическая система необратимо нарушена	4	Мало опасные
д	Период восстановления экосистемы – не менее 10 лет	5	Практически неопасные

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г	д
2	4	5	1	3

Задание 5

Прочитайте текст и установите соответствие

Порядок обращения с медицинскими и фармацевтическими отходами регламентирует вид и цвет тары для накопления и временного хранения. Установите соответствие между классом отходов и особенностями используемой для них тары.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Класс опасности отхода		Особенности тары	
а	Эпидемиологически безопасные отходы	1	Желтого цвета
б	Эпидемиологически опасные отходы	2	Красного цвета
в	Эпидемиологически чрезвычайно опасные отходы	3	Любого цвета, кроме желтого и красного
г	Токсикологически опасные отходы	4	Свинцовые контейнеры
д	Радиоактивные отходы	5	Герметичные контейнеры

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г	д
3	1	2	5	4

Задания закрытого типа на установление последовательности

Задание 1

Прочитайте текст и установите последовательность разделов экологии по мере повышения уровня организации жизни.

1.	Демэкология
2.	Синэкология
3.	Глобальная экология
4.	Аутэкология

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их появления слева направо.

4	1	2	3
---	---	---	---

Задание 2

Прочитайте текст и установите последовательность этапов жизненного цикла отходов.

1.	Накопление
2.	Переработка
3.	Транспортировка
4.	Образование
5.	Захоронение

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их появления слева направо.

4	1	3	2	5
---	---	---	---	---

Задание 3

Прочитайте текст и установите последовательность этапов получения разрешения на осуществление производственной деятельности на основании оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

1.	Разрешение на осуществление производственной деятельности
2.	Общественное обсуждение проекта
3.	Разработка проекта ОВОС
4.	Внесение изменений в проект ОВОС
5.	Государственная экологическая экспертиза

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их появления слева направо.

3	2	4	5	1
---	---	---	---	---

Задание 4

Прочитайте текст и установите последовательность этапов рекомендованной утилизации бытовых фармацевтических отходов.

1.	Присоединить подготовленный фармацевтический мусор к бытовым отходам
2.	Вынуть таблетки из фабричной упаковки
3.	Смешать измельченные таблетки с кофейной гущей
4.	Смесь герметично упаковать в пакет или контейнер
5.	Измельчить таблетки

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их появления слева направо.

2	5	3	4	1
---	---	---	---	---

Задание 5

Прочитайте текст и установите последовательность экологических зон по мере удаления от химического реактора.

1.	Окружающая природная среда
2.	Санитарно-защитная зона

3.	Рабочая площадка
4.	Селебитная зона

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их появления слева направо.

3	2	4	1
---	---	---	---

Задания открытой формы

Дополните.

1. Совокупность конкретных абиотических и биотических условий, в которых обитает данная особь, популяция или вид называется _____. Отдельные свойства и элементы среды, воздействующие на организмы, – это _____.
2. _____ – это последовательность организмов, по которой передаётся энергия, заключённая в пище, от её первоначального источника. Каждое звено такой последовательности называется _____.
3. _____ – способ очистки отходящих газов путем термической обработки. Применение этого способа целесообразно, когда _____.
4. Выделяют несколько способов утилизации отходов: _____ (повторное применение отходов по прямому назначению), _____ (восстановление объекта для использования его в качестве вторсырья), _____ (извлечение из отходов ценных веществ для нового использования) и _____ (сжигание отходов в целях получения энергии).
5. Атомы химических элементов могут использоваться в биосфере многократно благодаря _____. Его движущей силой является _____.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные источники антропогенного загрязнения природных сред.
2. Опишите программу промышленного экологического контроля.
3. Перечислите условия приема сточных вод фармацевтических предприятий в водоотводящую сеть.
4. Перечислите требования к размещению и хранению отходов химико-фармацевтических предприятий.
5. Объясните экономические механизмы природопользования.

Практико-ориентированные задания

Задание 1

1. Правомерны ли действия администрации?

На границе с заповедником в живописном уголке администрация области решила организовать спортивный комплекс. По проекту коммуникации для него должны пройти через территорию государственного природного заповедника.

Эталон ответа:

1. Действия администрации неправомерны, т.к. любая хозяйственная деятельность на территории заповедника запрещена.

Задание 2

1. Можно ли заготавливать лекарственное сырьё?

В лекарственном сырье (плодах боярышника) содержится антропогенный загрязнитель «В» в концентрации 0,7·ПДК.

Эталон ответа:

1. Концентрация загрязнителя не превышает ПДК, поэтому лекарственное сырьё пригодно для использования.

Задание 3

1. В какой из двух экосистем будет больше стенобионтов?

Имеется две экосистемы. Одна с высокой изменчивостью климатических условий, в другой они меняются незначительно.

Эталон ответа:

1. Стенобионтов будет больше в той экосистеме, где условия более постоянные (вторая).

Задание 4

1. Назовите лимитирующие факторы почвенной среды.

В водной среде амплитуда значений температуры не превышает 50 °С, для нее характерны высокая плотность, содержание кислорода 1% от объема. Свет в чистой воде проникает до глубины 50-60 м, в сильно загрязненной – на несколько сантиметров.

Эталон ответа:

1. Лимитирующие факторы: недостаток тепла, недостаток или избыток влаги, реже недостаток кислорода или избыток углекислоты.

Задание 5

1. Составьте цепь питания на основе предложенных организмов.

Кактус, элодея, паразитические черви, лев, бактерии гниения, карась, малярийный плазмодий, речной рак.

Эталон ответа:

1. Цепь питания: элодея – карась – паразитические черви – речной рак – бактерии гниения.

Ситуационные задачи

Задача 1

В комнате разбит ртутный термометр. Площадь (S) комнаты 17 м², высота потолков (h) 3,2 м, масса разлившейся ртути 1 г (ПДК ртути – 0,0003 мг/м³).

Задание

1. Рассчитайте концентрацию ртути в комнате.
2. Превышает ли концентрация ртути в комнате уровень ПДК?

Эталон ответа.

1. Концентрация ртути в комнате составит: $1 \text{ г} / (17 \text{ м}^2 \cdot 3,2 \text{ м}) = 0,0183 \text{ г/м}^3 = 18,3 \text{ мг/м}^3$.
2. Концентрация ртути в комнате превышает ПДК на 5 порядков.

Задача 2

Существующее фармацевтическое предприятие выбрасывает в атмосферу окись углерода. В результате этого выброса среднесуточная концентрация составляет 18 мг/м³. Фоновая концентрация окиси углерода составляет 0,03 мг/м³. Второе предприятие по производству стеклянного дроба, находящееся в той же зоне, выбрасывает в атмосферу неорганическую пыль, содержащую диоксид кремния в количестве 0,0025 мг/м³. Третье (проектируемое) фармацевтическое предприятие должно ввести в эксплуатацию цех по производству алюминиевых труб для упаковки мазей.

Задание

1. Рассчитайте концентрацию для производных алюминия, которая может поступить в атмосферу и находиться в пределах нормы.
2. Определите класс опасности третьего предприятия.
3. Установите размер санитарно защитной зоны (СЗЗ).

Эталон ответа

1. Расчет ведем по формуле:

$$K = \frac{C_{\text{факт}} - C_{\text{фон}}}{\text{ПДК}}$$

Для первого предприятия $K_1 = 0,89$, для второго $K_2 = 0,05$. Для того, чтобы выбросы от третьего предприятия не приводили к превышению ПДК должно соблюдаться условие: $K_3 = 1 - 0,89 - 0,05 = 0,06$, что соответствует концентрации $0,06 \cdot \text{ПДК} = 1,2 \text{ мг/м}^3$.

2. Класс опасности предприятия – 1.
3. Размер СЗЗ – не менее 2000 м.

Задача 3

Дана пищевая цепь: трава – заяц – орел. На каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

Задание

1. Сколько нужно травы, чтобы вырос один орел весом 5 кг?

Эталон ответа.

1. Согласно правилу 10 % для того, чтобы вырос один орел весом 5 кг, необходимо 500 кг травы..

Задача 4

Содержание инсектицида в воде составляет – $2 \cdot 10^{-6}$ мг/кг, в рыбах – 2 мг/кг.

Задание

1. Чему равен коэффициент биоаккумуляции ($K_{акк}$) инсектицида?

Эталон ответа.

1. Коэффициент биоаккумуляции – это отношение концентрации вещества в живом организме к концентрации вещества в воде, таким образом коэффициент аккумуляции $K_{акк}$ для рыб составляет 10^6 .

Задача 5

Содержание нитратов пробе бананов составило 100 мг/кг. Предельно допустимая суточная доза потребления нитратов для взрослого человека составляет 500 мг..

Задание

1. Рассчитайте массу (кг) бананов, которую человек может употребить в сыром виде в течение суток без вреда для организма.

Эталон ответа.

2. Масса бананов, которую человек может употребить в сыром виде в течение суток без вреда для организма составляет 5 кг.

СПК-3 Готовность применять профессионально профилированные знания и практические навыки для прогнозирования и определения потенциала использования биотехнологий.

ИДСПК-3.1 Оценивает потенциал использования биотехнологий в технологическом процессе производства лекарственных препаратов.

Задания комбинированного типа с выбором верного ответа и обоснованием выбора из предложенных

Выберите один правильный ответ.

Задание 1

Преимущества биотехнологического синтеза лекарств над химическим

- 1) высокая скорость синтеза
- 2) высокая точность синтеза
- 3) большая экономичность

Ответ: 2)

Обоснование: В условиях химического синтеза органических молекул могут одновременно протекать несколько конкурирующих реакций с образованием разных продуктов, в то время как биологический синтез приводит к образованию определенной молекулы и даже определенного изомера. Химический синтез ведут при более высокой температуре, что обеспечивает высокую скорость наработки продукта. Создание эффективного продуцента для биотехнологического производства – очень затратный процесс, что снижает экономическую эффективность.

Задание 2

Требования, предъявляемые к промышленным штаммам микроорганизмов

- 1) высокая скорость роста
- 2) аэробность

75) стабильность в условиях культивирования

Ответ: 3)

Обоснование: Для промышленного производства не всегда нужна высокая скорость роста микроорганизмов, важнее способность создавать целевой продукт в высоких концентрациях. Аэробные процессы, как правило, аппаратно более сложные, чем анаэробные. При любых условиях и режимах культивирования важнее, чтобы продуценты не теряли своих исходных свойств, а также не вытеснялись из реактора другими микроорганизмами.

Задание 3

Для биологической очистки воды от аммонийного азота можно использовать бактерии

- 1) нитрифицирующие
- 76) денитрифицирующие
- 77) метаногенные

Ответ: 1)

Обоснование: Среди перечисленных только нитрифицирующие бактерии способны превращать аммиак и соли аммония в нитраты.

Задания закрытого типа на установление соответствия

Задание 1

Прочитайте текст и установите соответствие

В настоящее время для производства одних и тех же лекарственных субстанций могут использоваться как химические, так и биотехнологические процессы. Установите соответствие между технологией и ее характеристикой.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Характеристика		Технология	
а	Использование возобновляемого сырья	1	Химический синтез
б	Масштабируемость	2	Биотехнология
в	Низкая энергоемкость		
г	Высокая скорость процесса		
д	Возможность малоотходного производства		
е	Контролируемость		

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г	д	е
2	1	2	1	2	1

Задание 2

Прочитайте текст и установите соответствие

В биотехнологии в качестве катализаторов используют свободные и иммобилизованные ферменты и клетки. Установите соответствие между биообъектом и его характеристикой.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Характеристика		Биообъект	
а	Относительно низкая эффективность процесса	1	Свободные ферменты
б	Катализатор можно использовать повторно	2	Иммобилизованные ферменты
в	Возможно использование реакторов непрерывного действия		
г	Стоимость катализатора относительно низкая		
д	Катализатор легко удаляется из реактора		
е	Катализатор быстро теряется в ходе производства		

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г	д	е

2	2	2	1	2	1
---	---	---	---	---	---

Задание 3

Прочитайте текст и установите соответствие

В биотехнологии в качестве продуцентов используют разные виды клеток. Установите соответствие между клетками и их характеристикой.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Характеристика		Клетки	
а	Обладают высокой скоростью роста	1	Бактерии
б	Не требуют сложной генетической модификации при производстве человеческих белков	2	Растительные
в	Имеют высокую продуктивность	3	Животные
г	Менее требовательны к составу среды и условиям культивирования		
д	Плохо развиваются в суспензионных культурах		
е	Позволяют получать ценные вещества от видов, занесенных в Красную книгу		

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г	д	е
1	3	1	1	3	2

Задания закрытого типа на установление последовательности

Задание 1

Прочитайте текст и установите последовательность этапов получения штаммов генетически модифицированных бактерий-продуцентов.

1.	Селекция рекомбинантных клеток, с высокой продуктивностью
2.	Наработка биомассы продуцента
3.	Генетическая трансформация клеток
4.	Выбор подходящего вида микроорганизма
5.	Создание конструкции, содержащей необходимый ген

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их следования слева направо

4	5	3	1	2
---	---	---	---	---

Задание 2

Прочитайте текст и установите последовательность этапов биотехнологического производства с участием бактерий-продуцентов.

1.	Внесение инокулята в свежую питательную среду
2.	Утилизация избыточной биомассы
3.	Выделение целевого продукта
4.	Отделение клеток от культуральной жидкости
5.	Подготовка инокулята
6.	Культивирование

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их следования слева направо

5	1	6	4	3	2
---	---	---	---	---	---

Задание 3

Прочитайте текст и установите последовательность фаз на типичной кривой роста микроорганизмов.

1.	Стационарная
2.	Лаг
3.	Экспоненциальная
4.	Замедления роста

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их следования слева направо

2	3	4	1
---	---	---	---

Задания открытой формы

Дополните.

1. _____ – это ферменты или клетки с ограниченной свободой передвижения в пространстве, связанной с его фиксацией на носителе и в носителе с помощью физических или химических методов.
2. Если в биореакторе поступление свежей питательной среды и вымывание биомассы _____ скорость деления клеток, то в результате разбавления культуры снижается концентрация веществ, ограничивающих ростовые процессы и скорость роста культуры _____.
3. _____ — молекулы ДНК, которые используются генной инженерии для переноса в клетку чужеродных генов.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите этапы технологического процесса фармацевтического производства, где возможно внедрение биотехнологий.
2. Охарактеризуйте объекты биотехнологии.
3. Опишите технологию биологической очистки природных и сточных вод от соединений азота.

Практико-ориентированные задания

Задание 1

1. Назовите технологические этапы, где возможно внедрение биотехнологий.

В рамках фармацевтического производства биотехнологии могут использоваться на отдельных технологических этапах.

Эталон ответа:

1. Внедрение биотехнологий возможно на этапах подготовка сырья, производство целевого продукта, обезвреживание и утилизация отходов.

Задание 2

1. Перечислите основные требования к природному сырью для составления питательных сред.

2. Приведите примеры природного сырья для питательных сред.

Питательные среды, используемые в биотехнологическом процессе, должны обеспечивать рост, развитие продуцента и эффективный синтез целевого продукта. Обычно питательные среды составляются на базе природного сырья.

Эталон ответа:

1. Природное сырье должно быть дешевым, доступным и содержать токсичных соединений.
2. В качестве природного сырья для составления питательных сред широко используются: меласса, солома, целлюлоза, компоненты нефти.

Задание 3

1. Назовите особенности периодического культивирования.

В биотехнологических процессах для культивирования микроорганизмов используют два типа культивирования: непрерывное и периодическое.

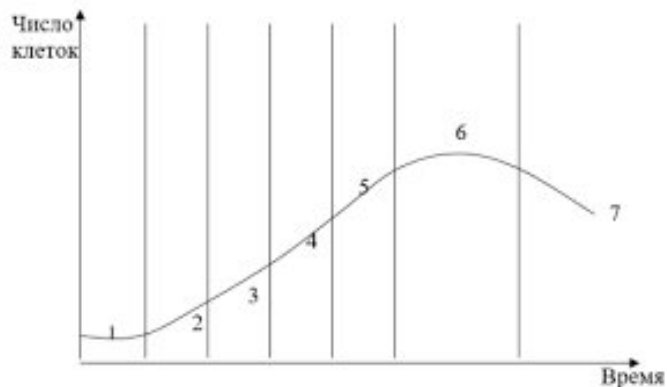
Эталон ответа:

1. При периодическом способе культивирования в ферментер загружают сразу весь объем питательной среды и вносят посевной материал. Выращивание микроорганизмов проводят в оптимальных условиях в течение определенного времени, после чего процесс останавливают, сливают содержимое ферментера и выделяют целевой продукт.

Ситуационные задачи

Задача 1

Проводили изучение кривой роста клеток-продуцентов на обогащенной питательной среде в периодическом режиме. Кривая приведена на рисунке.



Задание

1. Проанализируйте график. Почему в начале процесса прирост клеточной массы происходит медленно?
2. С чем может быть связано замедление роста культуры в конце эксперимента?
3. В какой момент целесообразно проводить пересев культуры?

Эталон ответа.

1. Медленный рост клеток в первый момент (лаг-фаза) объясняется адаптацией клеток к новым для них условиям. Этот период тем длиннее, чем более серьезные изменения метаболизма необходимы.
2. По мере роста клеточной культуры происходит истощение питательных веществ и накопление токсических продуктов, которые замедляют дальнейшее размножение.
3. Пересев культуры следует проводить в момент замедления роста.

Задача 2

Изучали эффективность разных штаммов бактериальных клеток в качестве продуцентов ценного фармакологического препарата. Клетки выращивали в суспензии в сосудах объемом 10 литров. После завершения каждого цикла выращивания сосуд освобождали, мыли, заполняли новыми клетками и свежей питательной средой. Результаты исследования приведены в таблице.

Продуцент	Количество образовавшегося продукта (мг/10 мл среды)	Время одного полного цикла выращивания, сут.
Штамм 1	0,962	10
Штамм 2	0,315	5

Задание

1. Для каждого штамма рассчитайте выход продукта за 1 цикл (г/10 л).
2. Вычислите количество продукта, которое можно получить за год, если реакторы работают на полную мощность.
3. Какой из штаммов целесообразнее использовать для организации производства?

Эталон ответа.

1. Штамм 1 за один цикл дает 0,962 г, штамм 2 – 0,315 г продукта.
2. Штамм 1 за год позволяет получить 35,113 г, штамм 2 – 22,995 г продукта.
3. Экономически целесообразнее для организации производства использовать штамм 1.

Задача 3

При разработке промышленной формы иммобилизованной амилазы, активность инкапсулированного фермента была на порядок ниже, чем свободного.

Задание

1. Назовите причины возможного снижения активности фермента.
2. Какова наиболее вероятная причина снижения активности амилазы при инкапсулировании?

Эталон ответа.

1. Существуют различные причины снижения активности фермента: малая скорость диффузии субстрата и продукта реакции; нарушение структуры активного центра фермента; недоступность активного центра; денатурация фермента и другие.
2. Субстратом амилазы являются полисахариды – крахмал и гликоген. Эти молекулы не могут диффундировать через оболочку инкапсулированного фермента, т.е. фермент и субстрат оказываются пространственно разделенными.

СПК-5 Способность понимать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий, и использовать фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения задач

ИД_{СПК-5.1} Использует фундаментальные теоретические знания и практические навыки для анализа и решения задач в различных областях промышленной биотехнологии с целью эффективного и экологически безопасного производства лекарственных средств.

Задания комбинированного типа с выбором верного ответа и обоснованием выбора из предложенных

Выберите один правильный ответ.

Задание 1

Комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов (растений, грибов, насекомых, червей)

- 1) биотрансформация
- 78) биоремедиация
- 79) биоконверсия

Ответ: 2)

Обоснование: Биоконверсия и биотрансформация – это процессы преобразования одних органических молекул в другие при участии живых организмов. Однако термин «биоконверсия» используется для объяснения процессов преобразования некоторого сырья как такового, в то время как «биотрансформация» описывает характер превращения вещества внутри организма. Термин «биоремедиация» используется для обозначения методов очистки природных сред.

Задание 2

Биоценоз скоплений бактерий и простейших, которые участвуют в аэробной очистке сточных вод

- 1) биопленка
- 80) биофильтр
- 81) активный ил

Ответ: 3)

Обоснование: Все три приведенных термина обозначают скопление бактерий, но их используют в разных целях. Биопленки и биофильтры эффективны только в анаэробных условиях. Для аэробной очистки сточных вод подходит только активный ил.

Задание 3

Пример биоразлагаемых полимеров

- 1) полиэтилен
- 82) полипропилен
- 83) полилактат

Ответ: 3)

Обоснование: Полиэтилен и полипропилен являются высокомолекулярными углеводородами. Такие молекулы почти не превращаются живыми организмами, в отличие от полилактата – полимера, построенного на основе молочной кислоты.

Задания закрытого типа на установление соответствия

Задание 1

Прочитайте текст и установите соответствие

Для каждого биотехнологического процесса разрабатывается свой тип биореактора. Установите соответствие между биотехнологическим процессом используемым типом биореактора.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Биотехнологический процесс		Биореактор	
а	Аэробная очистка сточных вод	1	Метанотенк
б	Анаэробная очистка сточных вод	2	Аэротенк
в	Получение биогаза	3	Биосруббер
г	Очистка газовоздушных выбросов	4	Септик

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г
2	4	1	3

Задание 2

Прочитайте текст и установите соответствие

Для биологической очистки сточных вод от биогенных элементов используют различные виды бактерий. Установите соответствие между биотехнологическим процессом и используемыми бактериями.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Бактерии		Биоочистка от соединений	
а	Метаногенные	1	Нитратов
б	Денитрифицирующие	2	Аммонийного азота
в	Серобактерии	3	Сероводорода
г	Гидрогенные	4	Фосфора
д	Нитрифицирующие		
е	Фосфат-аккумулирующие		

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г	д	е
2	1	3	1	2	4

Задание 3

Прочитайте текст и установите соответствие

Биологическая очистка сточных вод может проходить в аэробных или анаэробных условиях. Установите соответствие между видом очистки и типом используемых при этом сооружений.

К каждой позиции, данной в левом столбце, дайте соответствующую позицию из правого столбца:

Типы сооружений		Вид очистки	
а	Поля орошения	1	Аэробная очистка
б	Биофильтры	2	Анаэробная очистка
в	Метантенки		
г	Аэротенки		
д	Поля фильтрации		

Запишите выбранные цифры по соответствующими буквами

а	б	в	г	д
1	1	2	1	1

Задания закрытого типа на установление последовательности

Задание 1

Прочитайте текст и установите последовательность физико-химических процессов в ходе аэробной очистки воды в аэротенке.

1.	Внутриклеточное расщепление загрязнителей
----	---

2.	Адсорбция органических веществ на флоккулах активного ила
3.	Нарастание биомассы активного ила
4.	Передача метаболитов по трофической цепи

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их следования слева направо

2	1	4	3
---	---	---	---

Задание 2

Прочитайте текст и установите последовательность технологических зон очистки воды от биогенных элементов в системе Phoredox

1.	Вторичные отстойники
2.	Анаэробная зона
3.	Аэробная зона
4.	Аноксидная зона

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их следования слева направо

2	4	3	1
---	---	---	---

Задание 3

Прочитайте текст и установите целесообразную последовательность операций в системах очистки сточных вод со стадией биоочистки.

1.	Отстаивание во вторичных отстойниках
2.	Обеззараживание ультрафиолетом
3.	Стадия коагуляции
4.	Отстаивание в первичных отстойниках
5.	Очистка от грубых взвесей на песколовках
6.	Биоочистка
7.	Сброс очищенной воды
8.	Грубая очистка на решетках с малыми ячейками

Запишите соответствующую последовательность цифр, определяющих порядок их следования слева направо

8	5	3	4	6	1	2	7
---	---	---	---	---	---	---	---

Задания открытой формы

Дополните.

1. Биологическую очистку сточных вод осуществляют в естественных и искусственных условиях. Очистка сточных вод в _____ осуществляется: в биологических прудах по принципу _____; на полях орошения и фильтрации по принципу _____.
2. В зависимости места проведения работ по очистке почвы методы биоремедиации подразделяют на _____ и _____.
3. _____ - это биотермический процесс разложения органических веществ осадков, осуществляемый под действием аэробных микроорганизмов с целью обеззараживания, стабилизации и подготовки осадков к утилизации в качестве удобрений.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите преимущества биологической очистки сточных вод по сравнению с физико-химическими процессами очистки.
2. Назовите виды биоремедиации в зависимости от очищаемых природных сред и используемых биообъектов.
3. Разъясните понятия «биогеотехнология» и «биогидрометаллургия».
4. Дайте определение понятию «биоразрушаемые полимеры», приведите примеры.

Практико-ориентированные задания

Задание 1

1. Назовите механизмы, лежащие в основе самоочищения воды в биологических прудах.

Биологические пруды предназначены для очистки сточных вод, содержащих преимущественно органические загрязнители. Они представляют собой котлованы большой площади и малой глубины, расположенные на грунтах со слабой фильтрацией. Продолжительность очистки составляет 2-4 недели. После этого вода частично или полностью спускается, а пруд наполняется заново.

Эталон ответа:

1. Самоочищение сточных вод в биопрудах осуществляется за счет анаэробного разложения загрязнений в придонных слоях, а также окисления растворенных органических веществ в средней зоне благодаря деятельности микроорганизмов, ассимиляции растениями загрязнителей у поверхности.

Задание 2

1. Назовите организмы, составляющие трофическую цепь активного ила.

Активный ил – биоценоз зоогенных бактерий и простейших организмов, которые участвуют в очистке сточных вод. Активный ил из минеральных веществ, фрагментов мертвой органики и скопления микроскопических организмов. Живые организмы активного ила создают три трофических уровня.

Эталон ответа:

1. Первый трофический уровень активного ила составляют гетеротрофные бактерии, сапрозойные простейшие. Они потребляют органические вещества сточных вод. Второй трофический уровень занимают голозойные инфузории и коловратки, питающиеся организмами первого уровня. Третий трофический уровень представляют хищные инфузории и черви, питающиеся организмами второго уровня.

Задание 3

1. Перечислите основные способы утилизации избыточного активного ила.

Утилизация избыточного ила для постоянно работающих очистных сооружений представляет собой колоссальную проблему. Объем влажных осадков составляет 2-10 % от объема очищаемых вод. Сухой остаток активного ила состоит органических и неорганических веществ. Это делает активный ил ценным вторичным ресурсом.

Эталон ответа:

1. Основные способы утилизации активного ила: компостирование с образованием удобрений; производство кормовых добавок; анаэробное сбраживание с образованием биогаза; регенерация металлов.

Ситуационные задачи

Задача 1

С осадком сточных вод в почву попало 8 кг марганца. В вегетативной массе зерновых культур марганец накапливается в количестве 40 мг/кг. Урожайность зерновых культур – 2 тонны с гектара. Площадь поля 10 га.

Задание

1. Сколько вегетативных сезонов понадобится растениям для выноса марганца, внесенного в почву с осадком сточных вод?

Эталон ответа.

1. Для выноса марганца, внесенного в почву с осадком сточных вод, растениям понадобится 10 вегетативных сезонов.

Задача 2

После выброса концентрация экотоксиканта вещества в среде составила 20 мг/кг, время полувыведения (T_{50}) – 4 месяца.

Задание

1. Определите концентрацию экотоксиканта в окружающей среде через 8 месяцев после выброса.

Эталон ответа.

1. Концентрацию экотоксиканта в окружающей среде через 8 месяцев после выброса составит 5 мг/кг.

Задача 3

Содержание инсектицида в воде составляет $2 \cdot 10^{-6}$ мг/кг, в биомассе растений $4 \cdot 10^{-2}$ мг/кг.

Задание

1. Чему равен коэффициент биоаккумуляции ($K_{акк}$) инсектицида?

Эталон ответа.

1. Коэффициент аккумуляции $K_{акк}$ для биомассы растений составляет $2 \cdot 10^4$.

Справка
о материально-техническом обеспечении рабочей программы дисциплины
Медицинская биология и генетика

№ п\п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория № 419 (№1) для проведения лекционных и семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Посадочных мест, оснащённых учебной мебелью - 30. Выход в Интернет. Ноутбук. Мультимедиа-проектор. Доска – 1 шт., микроскопы, тематические стенды.
2.	Учебная аудитория № 59 (компьютерный класс) для самостоятельной работы студентов	Посадочных мест, оснащённых учебной мебелью – 40, Компьютеров - 40 Персональные компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

**Лист регистрации изменений и дополнений на 2026-2027 учебный год
в рабочую программу дисциплины
Фармацевтическая экология
для обучающихся 3 курса,**

специальность: 33.05.01 Фармация

форма обучения: очная

Изменения и дополнения в рабочую программу дисциплины рассмотрены на

заседании кафедры «_____» _____ 202__ г. (протокол № _____)

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор _____ Петрова М.Б.

Содержание изменений и дополнений

№ п/п	Раздел, пункт, номер страницы, абзац	Старый текст	Новый текст	Комментарий
1.				
2.				
3.				