

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Аппараты и оборудование в биотехнологии Б1.В.ОД.3

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Экологическая биотехнология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Селивановская С.Ю. , Хабибуллин Рустем Эдуардович

**Рецензент(ы):** Галицкая П.Ю.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Степанова Н. Ю.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) директор института экологии и географии Селивановская С.Ю. (директорат института экологии и природопользования, Институт экологии и природопользования), Svetlana.Selivanovskaya@kpfu.ru ; Хабибуллин Рустем Эдуардович

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6	Способность диагностировать проблемы охраны природы, разрабатывать практические рекомендации по её охране и обеспечению устойчивого развития
ОК-2	Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ПК-2	Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры
ПК-7	Способность использовать нормативные документы, регламентирующие организацию производственно-технологических экологических работ; методически грамотно разрабатывать план мероприятий по экологическому аудиту, контролю за соблюдением экологических требований, экологическому управлению производственными процессами

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

Основные процессы и аппараты биотехнологических производств, основы современных биотехнологий получения биомассы кормового назначения, биотехнологии аэробной и анаэробной обработки твердых, полужидких, жидких отходов, сточных вод и газовоздушных выбросов промышленных и сельскохозяйственных производств, технологии получения газообразных и жидких биотоплив.

Должен уметь:

Профессионально использовать полученные знания по фундаментальным основам биотехнологии, биотехнологических процессов и оборудования для решения технологических, экологических вопросов и рационального использования материалов и ресурсов в промышленности, сельском хозяйстве, землепользовании и вопросах охраны окружающей среды.

Применять теоретические знания и практические навыки для оптимального проектирования биотехнологических процессов в практике промышленного и сельскохозяйственного производства и безопасной эксплуатации технологического оборудования.

Должен владеть:

Навыками профессионального обоснования и разработки биотехнологии переработки и обезвреживания жидких, твердых или газообразных отходов и выбросов конкретных промышленных или сельскохозяйственных предприятий

Должен демонстрировать способность и готовность:

Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения

Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов биологии, биотехнологии, химии

Способность диагностировать проблемы охраны природы, разрабатывать практические рекомендации по её охране и обеспечению устойчивого развития

Способность использовать нормативные документы, регламентирующие организацию производственно-технологических экологических работ

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.06 "Экология и природопользование (Экологическая биотехнология)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 84 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общее представление о процессах и аппаратах биотехнологических производств. Технологии и оборудование для получения кормовой биомассы на органических отходах.	2	2	6	0	28
2.	Тема 2. Биологическая аэробная и анаэробная обработка жидких отходов, сточных вод и газообразных выбросов предприятий.	2	2	6	0	28
3.	Тема 3. Аэробная ферментация (компостирование) и анаэробное сбраживание твердых и полутвердых органических отходов. Технологии получения биотоплива.	2	2	6	0	28
Итого			6	18	0	84

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Общее представление о процессах и аппаратах биотехнологических производств. Технологии и оборудование для получения кормовой биомассы на органических отходах.

Определение биотехнологии. Краткая история развития. Мировой рынок продуктов биотехнологии. Экологические и энергетические проблемы современного промышленного и сельскохозяйственного производства и необходимость биотехнологических подходов для их решения. Классификация биотехнологий. Определение предмета и места экологической биотехнологии в системе научных и технологических дисциплин. Основные задачи экологической биотехнологии. Обобщенная схема биотехнологических производств. Микробиологические и технологические факторы эффективности производств. Культивирование микроорганизмов, способы культивирования (поверхностное, глубинное культивирование). Значение асептики и борьба с микробами-контаминантами, способы ее обеспечения. Биореакторы, основные классы и назначение, конструктивные особенности и их функционирование. Основные операции биотехнологических процессов получения целевых продуктов микробиологического синтеза (разделение биомассы и жидкости, дезинтеграция клеток, экстрагирование, концентрирование, очистка, сушка, измельчение, гранулирование и фасовка).

Основные технологические показатели эффективности работы биореакторов, их численные значения и способы повышения эффективности их работы. Получение кормовых белков на основе дрожжей, бактерий, мицелиальных грибов и водорослей.

Культивирование микроскопических водорослей и цианобактерий. Биотехнологии выращивания спирулины (в открытых водоемах, плоскостное, в фотобиореакторах) и применение препаратов на ее основе.

Получение микробной биомассы на отходах и стоках различных отраслей промышленности (целлюлозно-бумажной, пищевой, химической и т.д.).

## **Тема 2. Биологическая аэробная и анаэробная обработка жидких отходов, сточных вод и газообразных выбросов предприятий.**

Аэробная очистка сточных вод и жидких стоков предприятий промышленности и сельского хозяйства.

Простые методы очистки - окислительные пруды и каналы, пруды-отстойники. Аппараты и реакторы для аэробной обработки сточных вод - струйные биофильтры с прикрепленными микроорганизмами, открытые окислительные каналы или резервуары с вращающимися дисками.

Технология и оборудование с использованием активированного ила. Основные этапы очистки (механическое отделение твердых отходов, биологическое разрушение растворенных органических веществ микроорганизмами активированного ила, рецикл или иммобилизация биомассы, обеззараживание воды, переработка избыточного ила. Основные типы аэробных биореакторов. Приемы интенсификации аэробной очистки стоков и контроль ее работы.

Анаэробная переработка полужидких отходов и концентрированных стоков (промышленных, бытовых и сельскохозяйственных предприятий) в реакторах- метантенках с получением биогаза. Основные типы анаэробных биореакторов, их классификация и сравнительная характеристика.

## **Тема 3. Аэробная ферментация (компостирование) и анаэробное сбраживание твердых и полутвердых органических отходов. Технологии получения биотоплива.**

Аэробная ферментация (компостирование) и вермикомпостирование. Используемые для компостирования субстраты, создание оптимальной исходной смеси. Условия (аэрация, температура) и организмы, участвующие в компостировании. Стадии и длительность компостирования, динамика микробиологических и физико-химических процессов при приготовлении компоста. Температура, необходимая для гибели различных патогенных организмов и семян сорняков. Промышленные технологии компостирования отходов животноводства. Вермикомпостирование. Приготовление исходного субстрата для внесения навозных червей. Условия и длительность вермикомпостирования. Требования к химическому составу и биологическим показателям компоста (биогумуса) в Российской Федерации. Преимущества компостов (вермикомпостов) перед другими органическими удобрениями. Получение метана при анаэробной переработке различного сырья и отходов. Технология производства биогаза и основные конструкции биогазовых установок.

Захоронение твердых бытовых отходов (ТБО). Деструкция отходов на полигонах ТБО и образующиеся при этом продукты микробного метаболизма. Аппаратурное оформление биогазификации на полигонах ТБО

Технологии производства биотоплив (этанол, бутанол и другие) из растительных субстратов. Топливо на основе жиров биологического происхождения (цианобактерий, водорослей, растений и др.). Разработка биоэлектрохимических устройств и водородных фотореакторов.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. ♦ 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ПК-6 , ПК-7 , ОК-2 , ПК-2	1. Общее представление о процессах и аппаратах биотехнологических производств. Технологии и оборудование для получения кормовой биомассы на органических отходах. 2. Биологическая аэробная и анаэробная обработка жидких отходов, сточных вод и газообразных выбросов предприятий. 3. Аэробная ферментация (компостирование) и анаэробное сбраживание твердых и полутвердых органических отходов. Технологии получения биотоплива.
2	Презентация	ПК-7 , ПК-6 , ПК-2	1. Общее представление о процессах и аппаратах биотехнологических производств. Технологии и оборудование для получения кормовой биомассы на органических отходах. 2. Биологическая аэробная и анаэробная обработка жидких отходов, сточных вод и газообразных выбросов предприятий. 3. Аэробная ферментация (компостирование) и анаэробное сбраживание твердых и полутвердых органических отходов. Технологии получения биотоплива.
	<b>Зачет</b>	ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	2
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 2

#### Текущий контроль

#### 1. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3

Дать определение биотехнологии.

Приведите классификацию биотехнологий по кругу решаемых задач.

Определить предмет и место экологической биотехнологии в системе научных и технологических дисциплин.

Назовите основные задачи экологической биотехнологии.

Привести и описать обобщенную схему биотехнологических производств.

Охарактеризовать значение асептики и борьбы с микробами-контаминантами, описать способы ее обеспечения.

Привести основные технологические показатели эффективности работы биореакторов, дать их характерные численные значения и назвать способы их повышения.

Охарактеризовать процессы получения кормовых белков на основе дрожжей, бактерий, мицелиальных грибов и водорослей.

Описать культивирование микроскопических водорослей и цианобактерий.

Раскрыть получение микробной биомассы на отходах и стоках различных отраслей промышленности (целлюлозно-бумажной, пищевой, химической и т.д.).

Описать простые методы очистки - окислительные пруды и каналы, пруды-отстойники.

Какие известны приемы интенсификации аэробной очистки стоков и как осуществляется контроль работы очистных сооружений?

Назвать и охарактеризовать основные этапы очистки (механическое отделение твердых отходов, биологическое разрушение растворенных органических веществ микроорганизмами активированного ила, рецикл или иммобилизация биомассы, обеззараживание воды, переработка избыточного ила).

Что такое аэробная ферментация (компостирование) и вермикомпостирование?

Каковы основные используемые для компостирования субстраты?

Раскройте промышленные технологии компостирования отходов животноводства.

Что такое вермикомпостирование? Каковы условия и длительность его проведения?

Как организовано захоронение твердых бытовых отходов (ТБО) на полигонах?  
Охарактеризуйте аппаратурное оформление биогазификации на полигонах ТБО?

## 2. Презентация

Темы 1, 2, 3

Презентация одной из биотехнологий (по выбору) с акцентом на оборудование и аппараты, задействованных в процессах.

- Биотехнология получения кормового белка
- Биотехнология получения микробной биомассы при выращивании на отходах коммунального хозяйства
- Биотехнология получения микробной биомассы при выращивании на сельскохозяйственных отходах
- Биотехнология очистки сточных вод в биореакторах с прикрепленными микроорганизмами
- Биотехнология переработки вторичных отходов очистки сточных вод
- Биотехнология анаэробной переработки полужидких отходов
- Биотехнология переработки твердых субстратов в компосты
- Биотехнология получения биогаза
- Биотехнология вермикомпостирования

### Зачет

Вопросы к зачету:

Описать краткую историю развития биотехнологии и назвать основные этапы ее развития.

Охарактеризуйте мировой рынок продуктов биотехнологии.

Обосновать необходимость биотехнологических подходов для решения экологических и энергетических проблем современного промышленного и сельскохозяйственного производства.

Описать стадию культивирования микроорганизмов, назвать и охарактеризовать основные способы культивирования (поверхностное, глубинное культивирование).

Охарактеризовать биореакторы, назвать их основные классы и назначение, описать конструктивные их особенности и функционирование.

Охарактеризовать основные операции биотехнологических процессов получения целевых продуктов микробиологического синтеза (разделение биомассы и жидкости, дезинтеграция клеток, экстрагирование, концентрирование, очистка, сушка, измельчение, гранулирование и фасовка).

Дать характеристику аппаратам и реакторам для аэробной обработки сточных вод, включая струйные биофильтры с прикрепленными микроорганизмами, открытые окислительные каналы или резервуары с вращающимися дисками.

Охарактеризовать технологии и оборудование с использованием активированного ила, назвать и описать основные типы аэробных биореакторов.

Дать основные понятия и определения в области анаэробной переработки полужидких отходов и концентрированных стоков (промышленных, бытовых и сельскохозяйственных предприятий) в реакторах-метантенках с получением биогаза.

Назовите основные типы анаэробных биореакторов, дайте их сравнительную характеристику.

Каковы оптимальные условия компостирования (аэрация, температура, pH)?

Назовите основные группы организмов, участвующих в компостировании.

Опишите стадии и длительность компостирования, динамику микробиологических и физико-химических процессов при приготовлении компоста.

Опишите основные технологии производства биогаза и назовите основные конструкции биогазовых установок.

Дайте характеристику технологиям производства биотоплив (этанол, бутанол и другие) из растительных субстратов.

Как производится топливо на основе жиров биологического происхождения (цианобактерий, водорослей, растений и др.)?

Опишите конструкции и принципы работы установок для биологической очистки воздуха (биофильтров, биострубберов, биореакторов с омываемым слоем).

Охарактеризуйте основные биоагенты для очистки воздуха от восстановленных соединений серы, цианидов, летучих органических соединений (активированный ил, тиобациллы, *Hyphomicrobium* spp., *Bacillus stearothermophilus*).

### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".



71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	30
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	2	20
		Всего:	50
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств/Луканин А.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 424 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011480-4. <http://znanium.com/bookread2.php?book=527535>

Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств/Луканин А.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 312 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011479-8. <http://znanium.com/bookread2.php?book=527386>

Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/Б.С.Ксенофонтов - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-8199-0615-6. <http://znanium.com/bookread2.php?book=482844>

### 7.2. Дополнительная литература:

Процессы и аппараты хим.технологий. Основ.процессы и оборудование пр-ва пигментов, суспензий и...: Уч.пос./Макаренков Д.А., Назаров В.И., Баринский Е.А. и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 211 с.: 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат) (п) ISBN 978-5-16-011431-6. <http://znanium.com/bookread2.php?book=524388>

Моделирование химико-технологических процессов: учебник / Г.И. Ефремов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 255 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011030-1. <http://znanium.com/bookread2.php?book=510221>

Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод: учебное пособие / А.В. Луканин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 244 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011332-6. <http://znanium.com/bookread2.php?book=519990>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Информационная сеть по применению экологических технологий для восстановления загрязненных земель в Европе (CLARINET, Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies in Europe) - <http://www.clarinet.at>

Официальный сайт Европейской Ассоциации биотехнологии - <http://www.efb-central.org/>

Сайт министерства сельского хозяйства и продовольствия РТ - <http://agro.tatar.ru>

Электронная библиотека МГУ - <http://www.pochva.com>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические рекомендации по подготовке к контрольной работе (тестирование)

Контрольные вопросы - это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ.

При самостоятельной подготовке к контрольной работе студенту необходимо:

- проработать информационный материал по дисциплине (основную и дополнительную литературу).  
Проконсультироваться с преподавателем в случае вопросов по темам дисциплины;

- выяснить все условия контрольной работы заранее, а именно, сколько вопросов будет предложено, сколько времени отводится на контрольную работу, какова система оценки результатов и т.д.

Во время контрольной работы необходимо до конца прочитать вопрос. В процессе ответа желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволит максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. В случае чрезвычайно трудного для Вас вопроса, не следует тратить много времени на него, лучше перейти к другим вопросам и вернуться к трудному вопросу в конце. Необходимо обязательно оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Методические рекомендации по подготовке презентации

Создание материалов-презентаций- это вид самостоятельной работы студентов по созданию наглядных информационных пособий, выполненных с помощью мультимедийной компьютерной программы Power Point. Этот вид работы требует координации навыков студента по сбору, систематизации, переработке информации, оформления ее в виде подборки материалов, кратко отражающих основные вопросы изучаемой темы, в электронном виде. То есть создание материалов-презентаций расширяет методы и средства обработки и представления учебной информации, формирует у студентов навыки работы на компьютере.

Материалы-презентации готовятся студентом в виде слайдов с использованием программы Microsoft PowerPoint. В качестве материалов-презентаций могут быть представлены результаты любого вида внеаудиторной самостоятельной работы, по формату соответствующие режиму презентаций.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже - раздается собравшимся как печатный материал. Количество слайдов пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах. Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки: на слайды помещается фактический и иллюстративный материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением

Максимальное количество графической информации на одном слайде - 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому).

Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время присутствующие не успеют осознать содержание слайда.

Слайд с анимациями в среднем должен находиться на экране не меньше 40 - 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль - для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - для информации не менее 18. В презентациях не принято ставить переносы в словах. Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон - черный текст; темно-синий фон - светло-желтый текст и т. д.). Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации. Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

Заключительный слайд презентации, содержащий текст «Спасибо за внимание» или «Конец», вряд ли приемлем для презентации, сопровождающей публичное выступление, поскольку завершение показа слайдов еще не является завершением выступления. Кроме того, такие слайды, так же как и слайд «Вопросы?», дублируют

устное сообщение.

Оптимальным вариантом представляется повторение первого слайда в конце презентации, поскольку это дает возможность еще раз напомнить слушателям тему выступления и имя докладчика и либо перейти к вопросам, либо завершить выступление.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Готовиться к зачету необходимо последовательно. Сначала следует определить место каждого контрольного вопроса в соответствующем разделе темы учебной программы, а затем внимательно прочитать и осмыслить рекомендованные научные работы, соответствующие разделы рекомендованных учебников. При этом полезно делать хотя бы самые краткие выписки и заметки. Работу над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме.

Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед зачетом за счет обращения не к литературе, а к своим записям.

При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные, дискуссионные вопросы, с тем, чтобы обсудить их с преподавателем на обзорных лекциях и консультациях.

Нельзя ограничивать подготовку к зачету простым повторением изученного материала. Необходимо углубить и расширить ранее приобретенные знания за счет новых идей и положений.

Результат по сдаче зачета объявляется студентам, вносится в экзаменационную ведомость.

Незачет проставляется только в ведомости. После чего студент освобождается от дальнейшего присутствия на зачете.

При получении незачета повторная сдача осуществляется в другие дни, установленные деканатом.

Положительные оценки «зачтено» выставляются, если студент усвоил учебный материал, исчерпывающе, логически, грамотно изложив его, показал знания специальной литературы, не допускал существенных неточностей, а также правильно применял понятийный аппарат.

Самостоятельная работа студентов - это индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя. Самостоятельная работа есть особо организованный вид учебной деятельности, проводимый с целью повышения эффективности подготовки студентов к последующим занятиям, формирования у них навыков самостоятельной отработки учебных заданий, а также овладения методикой организации своего самостоятельного труда в целом.

Задания для самостоятельной работы выполняются студентами во внеаудиторное время до проведения занятия по данной теме. Каждому студенту необходимо выполнять все задания самостоятельной работы.

При самостоятельном изучении основной рекомендованной литературы студентам необходимо обратить главное внимание на узловые положения, излагаемые в изучаемом тексте.

Необходимо внимательно ознакомиться с содержанием соответствующего блока информации, структурировать его и выделить в нем центральное звено. Для того чтобы убедиться, насколько глубоко усвоено содержание темы, в конце соответствующих глав и параграфов учебных пособий обычно дается перечень контрольных вопросов, на которые студент должен уметь дать четкие и конкретные ответы.

Работа с дополнительной литературой предполагает умение студентов выделять в ней необходимый аспект изучаемой темы (то, что в данном труде относится непосредственно к изучаемой теме). Это важно в связи с тем, что к дополнительной литературе может быть отнесен широкий спектр текстов (учебных, научных, художественных, публицистических и т.д.), в которых исследуемый вопрос рассматривается либо частично, либо с какой-то одной точки зрения, порой нетрадиционной.

В совокупности самостоятельная работа существенно обогащает научный кругозор студентов. В данном контексте следует учесть, что дополнительную литературу целесообразно прорабатывать на базе уже освоенной основной литературы.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Аппараты и оборудование в биотехнологии" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Аппараты и оборудование в биотехнологии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.04.06 "Экология и природопользование" и магистерской программе Экологическая биотехнология .