

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТИ

Истребнический Р.Н.

«16» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
**Основы проектирования и оборудование биотехнологических
производств**

Направление подготовки (специальность):

19.03.01 – Биотехнология

Направленность программы (профиль, специализация):

Биотехнология

Квалификация:
бакалавр

Форма обучения
Очная

Институт Химико-технологический
Кафедра промышленной экологии


Белгород – 2022 г.

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 10 августа 2021 года, приказ № 736
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук, доцент  (Ю.К. Рубанов)
(ученая степень и звание, (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии
«28» апреля 2022 г., протокол № 8


Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор  (С.В. Свергузова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор  (С.В. Свергузова)
«28» апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«16» мая 2022 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Наименование показателя оценивания результата обучения при прохождении практики
Категория (группа) компетенции	Код и наименование Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции	
1	2	3	4
Обще-профессиональные	ОПК-4 Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.	ОПК-4.1 Использует базовые и инженерные знания для решения профессиональных задач, рассчитывает основные тепловые, массообменные гидромеханические процессы в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: - современные достижения фундаментальных биологических наук и биотехнологии; - математические формулировки основных законов и правил механики; - основы построения современных технологических процессов. Уметь: - учитывать влияние биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта. - правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области; Владеть: - базовыми и инженерными знаниями для решения профессиональных задач, навыками расчета основных тепловых, массообменных гидромеханических процессов в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем.
		ОПК-4.2 Принимает участие в проектировании отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: - методы проектировании отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства; Уметь: -разрабатывать проекты отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического

			<p>производства;</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить технологические и конструкционные расчеты оборудования, применяемого на современном биотехнологическом предприятии. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проектирования отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.
	<p>ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.</p>	<p>ОПК-5.1 Принимает участие в эксплуатации технологического оборудования, выполняет технологические операции, управляет биотехнологическими процессами</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - состав и структуру типовых биотехнологических производств; - особенности функционирования современных биотехнологических производств; - установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять подбор технологического оборудования современного биотехнологического производства; - составлять технологическую документацию, необходимую для работы современного биотехнологического предприятия; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами
		<p>ОПК-5.2 Осуществляет контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методику определения количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции; <p>Уметь</p>

			- осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции; Владеть: - навыками контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции.
--	--	--	---

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физика
2	Инженерная графика
3	Электротехника и электроника
4	Механика
5	Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств
6	Общая биология

Компетенция ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств
2	Общая биология
3	Токсикология
4	Основы биосинтеза
5	Микробиология
6	Учебная ознакомительная практика
7	Производственная технологическая практика

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7зач. единиц, 252 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №7	Семестр №8
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	134	118
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе::	163	105	58
лекции	52	34	18
лабораторные	-	-	--
практические	104	68	36
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	7	3	4
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	89	29	60
Курсовой проект	36		36
Расчетно-графическая работа			
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	23	11	12
Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	12	зачет	12

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССАХ И АППАРАТАХ БИОТЕХНОЛОГИИ					
	Основные законы технологических процессов. Классификация процессов биотехнологических производств. Физические свойства тел. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам. Основные типы процессов и аппаратов.	6	10		4
2. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ					
1	Основы гидростатики и гидродинамики. Классификация неоднородных систем и методов их разделения. Процессы разделения жидких неоднородных систем (флотация). Классификация процессов флотации.	4	10		4
2	Процессы осаждения и отстаивания. Осаждение в поле силы тяжести. Осаждение в поле центробежных сил. Оборудование для осаждения и отстаивания.	6	10		4
3	Основы мембранной технологии. Теоретические основы процессов разделения на полупроницаемых мембранах. Характеристики мембран. Мембранные аппараты	4	10		4
3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ					
1	Процессы измельчения твердых тел. Классификация способов измельчения. Степень измельчения. Конструкция и работа основных типов измельчающих машин.	6	10		4
2	Процессы сортировки. Классификация способов сортировки. Аппараты для сортировки и классификации.	4	10		4
3	Классификация процессов прессования. Уплотнение мелкодисперсных материалов, брикетирование, гранулирование.	4	8		3
	ВСЕГО	34	68		23

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4. ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ					
1.	Общие сведения о тепловых процессах. Типы теплообменников. Специфические тепловые процессы. Основные положения расчетов теплообменников	6	10		3
2.	Выпаривание и выпарные аппараты. Назначение и применение процессов выпаривания. Пастеризация и стерилизация.	6	10		3
5. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ					
1	Основы процессов массопередачи. Классификация и механизмы процессов массопередачи. Массообменные аппараты.	4	10		3
2	Экстракция и оборудование для экстракции. Методы экстракции.	2	6		2
	ВСЕГО	18	36		11

4.2 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
Семестр №7				
1	Общие сведения о процессах и аппаратах биотехнологии	Понятие «процесс», «оборудование». Классификация, основанная на организационно-технической структуре процессов, изменении параметров, кинематических закономерностях.	24	8
2	Гидромеханические процессы и аппараты	Идеальная и реальная жидкости. Дифференциальное уравнение Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практическое применение. Законы Паскаля и Архимеда. Поток жидкости. Живое сечение, расход жидкости и средняя скорость. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли для	24	8

		<p>установившегося течения не вязкой жидкости, его геометрический и энергетический смысл.</p> <p>Устройство и принцип работы оборудования для осаждения в поле силы тяжести и в поле центробежных сил.</p> <p>Устройство и принцип работы оборудования для фильтрования.</p> <p>Устройство и принцип работы мембранных аппаратов.</p> <p>Устройство, принцип работы и технологические расчеты мешалок и смесителей.</p>		
3	Механические процессы и аппараты	<p>Конструкция и работа основных типов измельчающих аппаратов</p> <p>Устройство и принцип действия основных аппаратов для сортировки.</p> <p>Устройство и принцип работы прессового оборудования.</p>	20	10
ВСЕГО			68	8
Семестр №8				
4	Тепловые процессы и аппараты	<p>Назначение и способы тепловой обработки материалов. Движущая сила тепловых процессов.</p> <p>Теплоносители. Виды теплообмена. Стационарный и нестационарный режимы.</p> <p>Передача тепла при конвекции, теплопроводности и тепловом излучении. Типы теплообменников. Принцип действия и область применения тепловых труб. Влияние температуры и времени выдержки на санитарно-биологические показатели. Пастеризация и стерилизация.</p>	10	2
5	Теоретические основы массообменных процессов	<p>Классификация процессов массообмена: абсорбция, адсорбция, экстракция, сушка, растворение, кристаллизация.</p> <p>Массопередача и массоотдача.</p> <p>Сущность процесса диффузии.</p> <p>Скорость и коэффициент молекулярной и турбулентной диффузии. Основы теории пограничных слоев.</p> <p>Массообмен в процессах ферментации.</p> <p>Аппаратура для определения</p>	8	2

		процессов ферментации. Основные закономерности процессов деминерализация и концентрирование растворов.		
	ВСЕГО		18	4
	ИТОГО		86	12

4.3 Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

4.4. Содержание курсового проекта

В процессе выполнения курсового проекта осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Перечень тем курсовых работ, их краткое содержание и объем

Задание на курсовое проектирование, состав и свойства сточных вод выдает преподаватель.

№ п/п	Темы курсовой работы	Краткая характеристика
1	Расчет и проектирование оборудования для биологической очистки сточных вод и анаэробной стабилизации органических осадков с получением биогаза..	Разработка технологической схемы процесса биологической очистки сточных вод молочного производства и анаэробной стабилизации осадков с получением биогаза. Расчет и подбор оборудования для обеспечения производительности 10 000 м ³ /сутки
2	Расчет и проектирование оборудования для биологической очистки сточных вод и анаэробной стабилизации органических осадков с получением биогаза..	Разработка технологической схемы процесса биологической очистки сточных вод молочного производства и анаэробной стабилизации осадков с получением биогаза. Расчет и подбор оборудования для обеспечения производительности 15 000 м ³ /сутки
3	Расчет и проектирование оборудования для биологической очистки сточных вод и анаэробной стабилизации органических осадков с получением биогаза..	Разработка технологической схемы процесса биологической очистки сточных вод молочного производства и анаэробной стабилизации осадков с получением биогаза. Расчет и подбор оборудования для обеспечения производительности 20 000 м ³ /сутки
4	Расчет и проектирование оборудования для биологической очистки сточных вод и анаэробной стабилизации органических осадков с получением биогаза..	Разработка технологической схемы процесса биологической очистки сточных вод молочного производства и анаэробной стабилизации осадков с получением биогаза. Расчет и подбор оборудования для обеспечения

	органических осадков с получением биогаза..	анаэробной стабилизации осадков с получением биогаза. Расчет и подбор оборудования для обеспечения производительности 37 000 м ³ /сутки
--	---	--

Состав курсового проекта

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки, которая выполняется на листах формата А4 и должна содержать необходимые разделы, полностью отвечающие достижению заданного результата и графической части (чертежей).

Графическая часть выполняется на двух листах формата А1. На одном листе выполняется чертеж технологической схемы процесса очистки и сбраживания осадка. Технологическая схема должна включать изображение всех аппаратов технологической схемы (без соблюдения масштаба) в соответствии с функциональными связями между элементами схемы. На втором листе выполняется чертеж одного из аппаратов технологической схемы в масштабе и в соответствии с расчетными размерами. В правом нижнем углу каждого чертежа должна быть помещена основная надпись в соответствии с ГОСТ 2.104 (для графических документов). Спецификация выполняется в виде отдельного документа на формате А4 в соответствии с ГОСТ 2.104 (для текстовых документов).

Допускается выполнение спецификации на поле чертежа над основной надписью в соответствии с ГОСТ 2.104.

Расчетно-пояснительная записка должна включать разделы:

- Введение (1-2 стр.);
- Литературный обзор (25-30 стр.);
- Исходные данные для проектирования (выдает преподаватель);
- Разработка технологической схемы (1-2 стр.);
- Обоснование выбора оборудования и описание технологического процесса;
- Расчет и подбор оборудования;
- Заключение;
- Библиографический список (не менее 20 источников).

4.5. Перечень тем расчетно-графических заданий

Темы расчетно-графических заданий выдает преподаватель.

4.6. Перечень индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрено

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-4.1. Использует базовые и инженерные знания для решения профессиональных задач, рассчитывает основные тепловые, массообменные гидромеханические процессы в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем.	Экзамен, выполнение расчетно-графического задания, защита курсового проекта
ОПК-4.2. Принимает участие в проектировании отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.	Экзамен, выполнение расчетно-графического задания, защита курсового проекта

Компетенция ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-5.1. Принимает участие в эксплуатации технологического оборудования, выполняет технологические операции, управляет биотехнологическими процессами	Экзамен, выполнение расчетно-графического задания, защита курсового проекта
ОПК-5.2. Осуществляет контроль количественных и качественных показателей, получаемой в биотехнологических процессах продукции	Экзамен, выполнение расчетно-графического задания, защита курсового проекта

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов
1	Основные сведения о процессах и аппаратах (ОПК-4)	1. Общие характеристики биотехнологического процесса. 2. Состав питательной среды. Качественные характеристики компонентов питательной среды.

		<ol style="list-style-type: none"> 3. Стерилизация питательных сред. 4. Культивирование микроорганизмов. 5. Ферментация. 6. Концентрирование и сушка продуктов микробного синтеза. 7. Способы выделения целевых компонентов из сложных смесей. 8. Стабилизация продукта, модификация и хранение.
2	Гидродинамические процессы и аппараты (ОПК-4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация биореакторов по конструктивным признакам и по организации перемешивания. 2. Ферментеры с подводом энергии к газовой фазе. 3. Ферментеры с вводом энергии жидкой фазой. 4. Характеристика реакторов с комбинированным подводом энергии. 5. Аэробная очистка сточных вод в природных условиях. Методы. Сооружения. 6. Очистка сточных вод в аэротенках. 7. Биофильтры, виды, работа, основные параметры расчета. 8. Анаэробная стабилизация осадков. 9. Аэробная стабилизация осадков.
3.	Биотехнологические процессы переработки промышленных отходов процессы и аппараты (ОПК-5)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Переработка отходов целлюлозного производства. 2. Технология производства этилового спирта. 3. Производство кормовых дрожжей. 4. Переработка отходов молочной промышленности. 5. Биотехнологическая переработка молочной сыворотки с получением молочной кислоты и этилового спирта. 6. Переработка отходов спиртового и ацетонобутилового производства. 7. Технология кормовой белково-витаминной добавки. 8. Технология кормового препарата витамина B12. 9. Биотехнологическое использование отходов производства сахара и крахмала. 10. Характеристика и методы переработки растительного сырья. 11. Превращение основных компонентов растительной ткани в условиях гидролиза 12. Производство дрожжей на гидролизате. 13. Компостирование отходов. 14. Состав, свойства твердых коммунальных отходов. Обезвреживание и переработка твердых коммунальных отходов.
4.	Тепловые процессы и аппараты	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие сведения о тепловых процессах. 2. Типы теплообменников.

	(ОПК-5)	<ul style="list-style-type: none"> 3. Специфические тепловые процессы. 4. Основные положения расчетов теплообменников. 5. Выпаривание и выпарные аппараты. 6. Назначение и применение процессов выпаривания 7. Пастеризация и стерилизация. 8 Термические методы переработки твердых коммунальных отходов. 9. Компостирование твердых коммунальных отходов.
5	Теоретические основы массообменных процессов (ОПК-5)	<ul style="list-style-type: none"> 1. Основы процессов массопередачи. 2. Классификация и механизмы процессов массопередачи. 3. Массообменные аппараты. 4. Экстракция и оборудование для экстракции.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Наименование компетенции	Контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре
<p><u>Компетенция ОПК-4.</u> Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1. Общие характеристики биотехнологического процесса. 2. Состав питательной среды. Качественные характеристики компонентов питательной среды. 3. Стерилизация питательных сред. 4. Культивирование микроорганизмов. 5. Ферментация. 6. Концентрирование и сушка продуктов микробного синтеза. 7. Способы выделения целевых компонентов из сложных смесей. 8. Стабилизация продукта, модификация и хранение. 9. Классификация биореакторов по конструктивным признакам и по организации перемешивания. 10. Ферментеры с подводом энергии к газовой фазе. 11. Ферментеры с вводом энергии жидкой фазой. 12. Характеристика реакторов с комбинированным подводом энергии. 13. Аэробная очистка сточных вод в природных условиях. Методы. Сооружения. 14. Очистка сточных вод в аэротенках. 15. Биофильтры, виды, работа, основные параметры расчета. 16. Анаэробная стабилизация осадков. 17. Аэробная стабилизация осадков.

<p>Компетенция ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Переработка отходов целлюлозного производства. 2. Технология производства этилового спирта. 3. Производство кормовых дрожжей. 4. Переработка отходов молочной промышленности. 5. Биотехнологическая переработка молочной сыворотки с получением молочной кислоты и этилового спирта. 6. Переработка отходов спиртового и ацетонобутилового производства. 7. Технология кормовой белково-витаминной добавки. 8. Технология кормового препарата витамина В12. 9. Биотехнологическое использование отходов производства сахара и крахмала. 10. Характеристика и методы переработки растительного сырья. 11. Превращение основных компонентов растительной ткани в условиях гидролиза 12. Производство дрожжей на гидролизате. 13. Компостирование отходов. 14. Состав, свойства твердых коммунальных отходов. 15. Обезвреживание и переработка твердых коммунальных отходов. 16. Общие сведения о тепловых процессах. 17. Типы теплообменников. 18. Специфические тепловые процессы. 19. Основные положения расчетов теплообменников. 20. Выпаривание и выпарные аппараты. 21. Назначение и применение процессов выпаривания. 22. Пастеризация и стерилизация. 23. Термические методы переработки твердых коммунальных отходов. 24. Компостирование твердых коммунальных отходов. 25. Основы процессов массопередачи. 26. Классификация и механизмы процессов массопередачи. 27. Массообменные аппараты. 28. Экстракция и оборудование для экстракции.
---	---

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 - отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения	Критерий оценивания
--	---------------------

по дисциплине	
Знания	<ul style="list-style-type: none"> - современные достижения фундаментальных биологических наук и биотехнологии; - математические формулировки основных законов и правил механики; - основы построения современных технологических процессов; - методы проектирования отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства; - состав и структуру типовых биотехнологических производств; - установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; - методику определения количественных и качественных показателей, получаемой в биотехнологических процессах продукции.
Умения	<ul style="list-style-type: none"> - учитывать влияние биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта. - правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области; -разрабатывать проекты отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства; - проводить технологические и конструкционные расчеты оборудования, применяемого на современном биотехнологическом предприятии; - выполнять подбор технологического оборудования современного биотехнологического предприятия; - составлять технологическую документацию, необходимую для работы современного биотехнологического предприятия; - осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции.
Навыки	<ul style="list-style-type: none"> - базовые и инженерные знания для решения профессиональных задач, навыки расчета основных тепловых, массообменных гидромеханических процессов в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем; - навыками проектирования отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства; - навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами; - навыками контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание современных достижений фундаментальных биологических наук и биотехнологии;	Не знает - современные достижения фундаментальных биологических наук и биотехнологии;	Недостаточный уровень знаний о - современных достижениях фундаментальных биологических наук и биотехнологии;	Знает - современные достижения фундаментальных биологических наук и биотехнологии;	Знает в полном объеме современные достижения фундаментальных биологических наук и биотехнологии;

Знание математических формулировок основных законов и правил механики; - основ построения современных технологических процессов; - методов проектировании отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.	Не знает математические формулировки основных законов и правил механики; - основ построения современных технологических процессов; - методов проектировании отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.	Недостаточно знает математические формулировки основных законов и правил механики; - основы построения современных технологических процессов; - методов проектировании отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.	Знает математические формулировки основных законов и правил механики; - основы построения современных технологических процессов; - методы проектировании отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства, но допускает неточности.	В полном объеме знает математические формулировки основных законов и правил механики; - основы построения современных технологических процессов; - методы проектировании отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.
Знание состава и структуры типовых биотехнологических производств; - установок и оборудование для проведения биотехнологических процессов.	Не знаете состава и структуры типовых биотехнологических производств; - установок и оборудование для проведения биотехнологических процессов.	Недостаточный уровень знаний состава и структуры типовых биотехнологических производств; - установок и оборудование для проведения биотехнологических процессов.	Знает состав и структуру типовых биотехнологических производств; - установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов, но допускает неточности.	Знает в полном объеме состав и структуру типовых биотехнологических производств; - установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.
Знание методики определения количественных и качественных показателей, получаемой в биотехнологических процессах продукции.	Не знает методики определения количественных и качественных показателей, получаемой в биотехнологических процессах продукции.	Недостаточно знает методики определения количественных и качественных показателей, получаемой в биотехнологических процессах продукции.	Знает методики определения количественных и качественных показателей, получаемой в биотехнологических процессах продукции, но допускает неточности.	Знает в полном объеме методики определения количественных и качественных показателей, получаемой в биотехнологических процессах продукции
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы

Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами и примерами, не может написать уравнения реакций, привести расчетные формулы	Выполняет поясняющие схемы, приводит примеры, пишет уравнения химических реакций и расчетные формулы с ошибками	Выполняет поясняющие схемы, приводит примеры, пишет уравнения химических реакций и расчетные формулы корректно и понятно	Выполняет поясняющие схемы, приводит примеры, пишет уравнения реакций и расчетные формулы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю «Умения»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение учитывать влияние биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта.	Не умеет учитывать влияние биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта.	Имеет затруднения при определении влияния биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта.	Умеет подготовить информацию для учета влияния биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта, но допускает неточности.	Умеет грамотно и в полном объеме учитывать влияние биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта.
Умение правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области.	Не умеет правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области.	Не в полном объеме умеет правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области.	Умеет правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области, но допускает неточности..	Умеет правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области

Умение разрабатывать проекты отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства;	Не умеет - разрабатывать проекты отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства;	Имеет затруднения при разработке проектов отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства;	Умеет - разрабатывать проекты отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства, но допускает неточности.	Умеет правильно и технически грамотно разрабатывать проекты отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.
Умение проводить технологические и конструкционные расчеты оборудования, применяемого на современном биотехнологическом предприятии.	Не умеет проводить технологические и конструкционные расчеты оборудования, применяемого на современном биотехнологическом предприятии.	Имеет затруднения при проведении технологических и конструкционных расчетов оборудования, применяемого на современном биотехнологическом предприятии.	Допускает неточности при проведении технологических и конструкционных расчетов оборудования, применяемого на современном биотехнологическом предприятии	Умеет в полном объеме и грамотно проводить технологические и конструкционные расчеты оборудования, применяемого на современном биотехнологическом предприятии.
Умеет выполнять подбор технологического оборудования современного биотехнологического предприятия	Не умеет выполнять подбор технологического оборудования современного биотехнологического предприятия	Имеет затруднения при выполнении подбора технологического оборудования современного биотехнологического предприятия	Допускает неточности при выполнении подбора технологического оборудования современного биотехнологического предприятия	Умеет грамотно и в полном объеме выполнять подбор технологического оборудования современного биотехнологического предприятия
Умение составлять технологическую документацию, необходимую для работы современного биотехнологического предприятия; - осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции	Не умеет составлять технологическую документацию, необходимую для работы современного биотехнологического предприятия; - осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции	Имеет затруднения при составлении технологической документации, необходимой для работы современного биотехнологического предприятия; - при осуществлении контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции	Допускает неточности при составлении технологической документации, необходимой для работы современного биотехнологического предприятия; - при осуществлении контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции.	Умеет грамотно и в полном объеме составлять технологическую документацию, необходимую для работы современного биотехнологического предприятия; - осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение базовыми и инженерные знания для решения профессиональных задач, навыками расчета основных тепловых, массообменных гидромеханических процессов в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем.	Не владеет базовыми и инженерными знаниями для решения профессиональных задач, навыками расчета основных тепловых, массообменных гидромеханических процессов в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем	Недостаточно владеет базовыми и инженерные знания для решения профессиональных задач, навыками расчета основных тепловых, массообменных гидромеханических процессов в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем.	Владеет базовыми и инженерные знания для решения профессиональных задач, навыками расчета основных тепловых, массообменных гидромеханических процессов в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем, но допускает неточности.	В полном объеме владеет базовыми и инженерными знаниями для решения профессиональных задач, навыками расчета основных тепловых, массообменных гидромеханических процессов в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем.
Владение навыками проектирования отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.	Не владеет навыками проектирования отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.	Недостаточно владеет навыками проектирования отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства.	Владеет навыками проектирования отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства, но допускает неточности.	Грамотно и в полном объеме владеет навыками проектирования отдельных элементов технологических процессов и объектов биотехнологического производства
Владение навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами.	Не владеет навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами.	Недостаточно владеет навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами.	Владение навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, но допускает неточности.	Грамотно и в полном объеме владеет навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами.

Владение навыками контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции.	Не владеет навыками контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции.	Недостаточно владеет навыками контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции.	Владеет навыками контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции, но допускает неточности.	Грамотно и в полном объеме владеет навыками контроля количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции.
---	---	---	---	---

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1 Перечень основной литературы

1. Касаткин А.Г. и др. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник.–М.: ООО «ИД Альянс», 2009. – 753 с.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник. –М.: Химия, 2010. -368 с.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии.: Пособие по проектированию/ Под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: - Альянс, 2010. 496 с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу ПАХТ/ Учебное пособие. –М.: ООО «ИД Альянс», 2005. -576 с.
5. Процессы и аппараты химической технологии. Учебное пособие для ВУЗов под ред. А.А. Захаровой. –М.: ООО «ИД Альянс», 2006. – 528 с.
6. Ведерникова М.Н., Старцева Л.Г., Юрьев Ю.Л., Орлов В.П. Примеры и задачи по массообменным процессам химической технологии. Ч. I-IV, 2009-2011 г. 946 с.

6.2 Перечень дополнительной литературы

1. Ведерникова М.И., Таланкин В.С., Панова Т.М. Общие требования к выполнению и оформлению курсовых и дипломных проектов (работ) ч. I и II, 2002. -106 с.
2. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности./Основы энвайроменталистики/: Учебник для студентов технических и технологических специальностей. –Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2000. –800 с.
3. Проблемы развития безотходных производств/ Ласкорин Б.Н., Громов Б.В., Цыганков А.П., Селин В.Н. –М.: Стройиздат, 1981. –207 с.

6.3 Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.recyclers.ru/modules/documents/item.php?itemid=151>
2. http://www.bibl.nngasu.ru/electronic%20resources/bibl_ykaz/wastes/firm_waste.php
3. <http://www.coolreferat.com/>
4. <http://www.cleandex.ru/articles/2007-11/20/munizipal-solid-waste>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля.</p>	<p>Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, автоматизированный экран, ноутбук.</p>	<p>Microsoft Office Professional Plus 2016 (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017 Google Chrome Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения. Mozilla Firefox. Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения. Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition». Сублицензионный договор №102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 20.07.2019. Microsoft Windows 10 Корпоративная (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017</p>
<p>Самостоятельная работа обучающихся</p>		
<p>Зал электронных ресурсов, здание библиотеки.</p> <p>Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки.</p>	<p>Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.</p> <p>Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.</p> <p>Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.</p> <p>Договор «Представление услуг связи – магистральных каналов, услуг по передаче данных для получения трафика, услуг по передаче данных «последняя миля» №3-19 от 09.01.2019 г. (услуга предоставлена с 1.01.19 по 31.03.19)</p>	<p>Microsoft Windows 10 Корпоративная (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017. Microsoft Office Professional Plus 2016 (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017. Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition». Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 20.07.2019</p>

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный
год.

Протокол №11 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой _____  _____ С.В. Свергузова
подпись, ФИО

Директор института _____  _____ В.И. Павленко
подпись, ФИО