

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.07.2023 17:34:31
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 18 » апреля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки

19.03.01 Биотехнология

Направленность программы бакалавриата

Все направленности

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **молекулярной биотехнологии**

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Аронова Е.Б.

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» обсуждена на заседании кафедры молекулярной биотехнологии
протокол от «24» марта 2022 № 8
Заведующий кафедрой

Д.О. Виноходов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии
протокол от «14» апреля 2022 № 8

Председатель

М.В.Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Биотехнология»		М.А.Пушкарев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З.Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	09
4.3.1. Семинары, практические занятия	09
4.3.2. Лабораторные занятия.....	10
4.4. Самостоятельная работа.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	12
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-4 Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний</p>	<p>ОПК-4.14 Осуществление технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических средств для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции</p>	<p>Знать: основные разделы технического проекта; теорию массообмена и теплообмена; методы оптимизации основных стадий биотехнологических процессов; биохимические, химические, физико-химические и тепловые процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; экологические аспекты биотехнологического производства</p> <p>Уметь: выбрать, рассчитать и проанализировать работу основного технологического оборудования микробиологических производств; составить технологические схемы с аппаратурно-графическим изображением; использовать компьютерную графику при подготовке и оформлении научно-технической документации; составить технико-экономическое обоснование проекта;</p> <p>Владеть: методами расчета основных параметров биотехнологических процессов и оборудования; методами конструирования и расчета установок для стерилизации питательных сред; методами моделирования и масштабирования биотехнологического процесса</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата (Б1.О.33) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Процессы и аппараты химической технологии» и «Общая биотехнология». Полученные в процессе изучения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении производственной практики, выполнении курсовых проектов и выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/ 180
Контактная работа с преподавателем:	100
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	36
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КП)	18
КСР	10
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	44
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Решение задач
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	КП, Экзамен (36)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Основы проектирования. Основ-	4	4	0	12	ОПК-4	ОПК-4.14

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
	ные задачи технологического проектирования.						
2.	Методы стерилизации питательных сред и воздуха.	6	10	0	6	ОПК-4	ОПК-4.14
3.	Общие сведения о биохимических реакторах. Основные параметры реакторов. Перемешивание и аэрация в биохимическом реакторе. Массообмен в ферментаторах. Теплообмен. Расчет числа периодически действующих аппаратов.	8	12	0	8	ОПК-4	ОПК-4.14
4.	Гидромеханические процессы. Методы разделения неоднородных систем. Отстаивание. Осаждение. Фильтрование. Мембранные процессы разделения.	6	2	0	6	ОПК-4	ОПК-4.14
5.	Теплообменные процессы в биотехнологии. Основы теплопередачи. Нагревание, испарение, охлаждение. Классификация и устройство теплообменных аппаратов в биотехнологии.	6	4	0	6	ОПК-4	ОПК-4.14
6.	Массообменные процессы в биотехнологии. Адсорбция. Абсорбция. Экстракция. Сушка пищевого сырья. Кристаллизация.	6	4	0	6	ОПК-4	ОПК-4.14

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Стадии и этапы технологического проектирования. Принципы. Основные блоки технологической схемы. Составление ТЭО.	4	Слайд-презентация.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Составление технико-экономического обоснования.	2	Слайд-презентация.
2	Кинетика тепловой гибели микроорганизмов. Количественные оценки стерильности среды. Тепловая стерилизация питательных сред.	2	Слайд-презентация.
2	Очистка воздуха в волокнистых фильтрах.	2	Слайд-презентация.
2	Принцип действия трубы Вентури. Примеры очистки воздуха на биотехнологическом производстве.	2	Слайд-презентация.
3	Общие сведения о биохимических реакторах. Понятие о лимитирующей стадии процесса. Модели переноса кислорода.	2	Слайд-презентация.
3	Основные стадии процесса аэрации. Примеры перемешивающих устройств. Барботеры.	2	Слайд-презентация.
3	Массообмен в ферментаторах. Уравнение переноса массы. Коэффициент массопереноса.	1	Слайд-презентация.
3	Теплообмен в ферментаторах. Коэффициент теплопереноса.	1	Слайд-презентация.
3	Расчет числа периодически действующих аппаратов.	2	Слайд-презентация.
4	Характеристика неоднородных систем. Оборудование для процессов отстаивания и осаждения.	2	Слайд-презентация.
4	Оборудование для процессов фильтрации. Теория фильтрования.	2	Слайд-презентация.
4	Теория мембранных процессов. Основное оборудование для мембранных процессов.	2	Слайд-презентация.
5	Основы теплопередачи. Теплопроводность. Конвективный теплообмен.	2	Слайд-презентация.
5	Оборудование для процессов нагревания, испарения и охлаждения.	2	Слайд-презентация.
5	Теоретические основы выпаривания. Устройство выпарных аппаратов.	2	Слайд-презентация.
6	Основы массопередачи. Аппаратурное оформление процессов абсорбции.	2	Слайд-презентация.
6	Аппаратурное оформление процессов адсорбции. Аппараты для экстракции	2	Слайд-презентация.
6	Сушка пищевого сырья.	2	Слайд-презентация.

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Составление технико-экономического обоснования. Порядок составления.	4	
2	Расчет основных параметров периодического процесса стерилизации питательных сред.	6	КтСм
2	Расчет волокнистого фильтра.	2	
2	Расчет трубы Вентури.	2	
3	Расчет аппарата периодического действия с перемешивающим устройством.	6	РГР-1
3	Расчет количества питания и удельного расхода кислорода	2	
3	Расчет числа периодически действующих аппаратов	2	РГР-2
3	Расчет газосодержания в ферментаторе	2	
4	Мембранные процессы в биотехнологии. Примеры аппаратов.	2	РД
5	Расчет коэффициента теплоотдачи в аппаратах.	4	
6	Расчет коэффициента массотдачи в аппаратах.	4	

4.3.2. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Принципы технологического проектирования. Примеры составления технологической схемы	12	Устное собеседование
2	Методы стерилизации твердых питательных сред. Стерилизация при помощи УФ, ультразвука и др.	6	Устное собеседование
3	Основные типы ферментаторов. Примеры аппаратов. Классификация ферментаторов.	8	Устный опрос.
4	Общие сведения о процессах фильтрования, отстаивания и осаждения. Примеры аппаратов.	6	Устное собеседование.
5	Регенеративные теплообменники. Рекуперативные теплообменники. Выпаривание. Примеры	6	Устный опрос
6	Способы перегонки. Основы ректификации. Аппараты для кристаллизации.	6	Устное собеседование

4.5 Темы РГР и индивидуального задания

РГР №1 – Расчет аппарата периодического действия с механическим перемешиванием

РГР №2 – Расчет числа периодически действующих аппаратов. Построение циклограммы.

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Массообменные характеристики биохимических реакторов.
2. Порядок расчета трубы Вентури.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1. Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1) Федоренко, Б. Н. Промышленная биоинженерия. Инженерное сопровождение биотехнологических производств : учебник для вузов по направлению подготовки 260600 "Пищевая инженерия" и 151000 "Технологические машины и оборудование" и 260100 "Продукты питания из растительного сырья" уровня бакалавриата и уровня магистратуры / Б. Н. Федоренко. - Санкт-Петербург : Профессия, 2017. - 518 с. - ISBN 978-5-904757-96-0

2) Пушкарев, М. А. Основы биотехнологии : учебное пособие / М. А. Пушкарев, Б. А. Колесников, М. М. Шамцян ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии микробиол. синтеза. - СПб. : [б. и.], 2015. - Ч. 1 : Массообменные характеристики биореакторов. - 2015. - 30 с.

3) Биофармацевтическое производство. Разработка, проектирование и внедрение производственных процессов : в 2 томах / Гюнтер Ягшис [и др.] (ред.) ; Перевод с английского языка под редакцией А. А. Ишмухаметова, Н. В. Пятигорской. - Санкт-Петербург : Профессия; Санкт-Петербург: ЦОП "Профессия", 2020. - Т. 1. - 2020. - 728 с. - ISBN 978-5-91884-116-7

б) электронные учебные издания:

1) Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология. Биоинженерия : Учебное пособие / Т. Р. Якупов. - Казань : Казанская гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана, 2018.

- 157 с. - // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: по подписке.

2) Титова, Л. М. Массообменные процессы в химической и пищевой технологии. Лабораторные и практические занятия : Учебное пособие для вузов по направлениям подготовки: "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" (профиль "Машины и аппараты химических производств"), "Технологические машины и оборудование" (профиль "Машины и аппараты пищевых производств") / Л. М. Титова, И. Ю. Алексанян, А. Х.-Х. Нугманов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1729-2 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). - Режим доступа: по подписке.

3) Титова, Л. М. Массообменные процессы в химической и пищевой технологии. Лабораторные и практические занятия : Учебное пособие для вузов по направлениям подготовки: "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" (профиль "Машины и аппараты химических производств"), "Технологические машины и оборудование" (профиль "Машины и аппараты пищевых производств") / Л. М. Титова, И. Ю. Алексанян, А. Х.-Х. Нугманов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1729-2 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 16.03.2022). - Режим доступа: по подписке.

4) Пушкарев, М.А. Основы биотехнологии : учебное пособие / М. А. Пушкарев, Б. А. Колесников, М. М. Шамцян ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии микробиол. синтеза. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - Ч. 1 : Массообменные характеристики биореакторов. – 2015.- 30 с.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>; сайты фирм разработчиков АСУТП: www.adastra.ru; www.foit.ru; www.metso.ru; www.siemens.ru;

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение

Microsoft Office (Microsoft Excel);

P.I.D. – expert станция инженерного сопровождения систем автоматического регулирования, версия 2.05 (демо-версия).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория на 50 посадочных мест, оборудованная проектором для демонстрации слайд-презентаций.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-4	Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-4-14 Осуществление технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических средств для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Знает основные разделы технического проекта; теорию массообмена и теплообмена; методы оптимизации основных стадий биотехнологических процессов; биохимические, химические, физико-химические и тепловые процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; экологические аспекты биотехнологического производства	Правильные ответы на вопросы №1-53 к экзамену	Отвечает на вопросы к экзамену не полностью, отсутствует логическая связь между частями ответа. Допускает грубые ошибки в формулировках.	Владеет основными методами проектирования и расчета основного оборудования биотехнологических производств. Дает полный ответ на вопросы экзамена. Допускает неточности в формулировках и порядке расчета.	Дает полный ответ на поставленные вопросы, показав эрудицию и владение материалом дисциплины. На уточняющие вопросы отвечает в полном объеме.
	Умеет выбрать, рассчитать и проанализировать работу основного технологического оборудования микробиологических производств; составить технологические схемы с аппаратурно-графическим изображением; использовать компьютерную графику при подготовке и оформлении научно-	Задачи, предлагаемые на практических занятиях.	Задачи решены все, но студент допускал грубые ошибки в ходе решения.	Задачи решены все, практически без ошибок. Студент продемонстрировал умение выполнять поставленные задачи и анализировать полученный результат.	Задачи решены все в полном объеме, студент в ходе решения грамотно использовал научно-техническую документацию и компьютерную графику.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	технической документации; составить технико-экономическое обоснование проекта;				
	Владеет методами расчета основных параметров биотехнологических процессов и оборудования; методами конструирования и расчета установок для стерилизации питательных сред; методами моделирования и масштабирования биотехнологического процесса.	Выполнение курсового проекта.	Проект выполнен, но методы расчета аппаратов и построение технологической схемы имеют грубые ошибки. Предложенные технологические решения не проанализированы в полном объеме.	Проект выполнен в полном объеме, содержит несущественные недочеты в расчетах и построении технологической схемы.	Проект выполнен на высоком методическом уровне с использованием современных компьютерных технологий. Студент обосновал выбор технологической схемы и грамотно подобрал и рассчитал основное оборудование

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-4:

1. Способы культивирования микроорганизмов.
2. Глубинное культивирование
3. Поверхностное культивирование.
4. Кривая периодического роста микроорганизмов.
5. Понятие абсолютной и удельной скорости роста. Кинетика Моно.
6. Непрерывное культивирование. Хемостат.
7. Непрерывное культивирование. Турбидостат.
8. Основное условие непрерывного культивирования.
9. Технология получения посевного материала.
10. Стадия приготовления питательных сред.
11. Типовая схема биотехнологического производства.
12. Методы стерилизации питательных сред. Кинетика тепловой гибели микроорганизмов.
13. Количественная оценка стерильности среды. Микробиологическая оценка воды и воздуха.
14. Периодический способ стерилизации жидких питательных сред.
15. Непрерывный способ тепловой стерилизации питательных сред. Промышленная схема УНС.
16. Основы стерилизации воздуха. Волокнистые фильтры.
17. Очистка воздуха в трубах Вентури.
18. Масштабирование биохимических реакторов.
19. Типовые модели структуры потоков в аппарате.
20. Гидромеханические процессы разделения смесей.
21. Методы разделения неоднородных систем.
22. Метод экстракции.
23. Классификация экстракторов.
24. Методы сушки пищевого сырья.
25. Принцип работы распылительной сушилки.
26. Принцип работы камерной сушилки.
27. Перемешивание и аэрация.
28. Методы осаждения, центрифугирования, сепарирования.
29. Фильтрование. Примеры работы фильтра периодического действия.
30. Принцип работы фильтра непрерывного действия.
31. Принцип работы центрифуги.
32. Гидроциклоны.
33. Оборудование для процессов отстаивания и осаждения.
34. Классификация и устройство теплообменных аппаратов.
35. Основы теории теплообменных процессов.
36. Виды теплообменных процессов.
37. Способы передачи теплоты.
38. Аппараты для выпаривания.

39. Модель переноса кислорода в биохимических процессах.
40. Расчет числа периодически действующих аппаратов. Понятие временного КПД.
41. Методы пеногашения.
42. Аэрация в биохимических реакторах.
43. Примеры аппаратного оформления биохимических процессов.
44. Понятие массопередачи.
45. Массообменные характеристики биохимических реакторов.
46. Основные типы мешалок.
47. Основные типы барботеров.
48. Основы абсорбции. Аппаратурное оформление.
49. Основы адсорбции. Аппаратурное оформление.
50. Мембранные процессы разделения.
51. Основы ионного обмена.
52. Принцип работы ионитного фильтра.
53. Основы процесса кристаллизации. Аппаратурное оформление.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Темы курсовых проектов:

- 1 Производство белка.
- 2 Производство органических кислот. Альтернативные технологии.
- 3 Производство аминокислот.
- 4 Производство витамина В12.
- 5 Производство стероинов.
- 6 Производство липидов.
- 7 Производство каротиноидов.
- 8 Производство нуклеиновых кислот.
- 9 Производство антибиотиков (стрептомицин, пенициллин, тетрациклин).
- 10 Производство рибоксина.
- 11 Производство ферментов (амилаза, липаза, холинэстераза).
- 12 Производство пищевых ароматизаторов.
- 13 Расчет аэротенка.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта, экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).