

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Факультет промышленной технологии лекарств

Кафедра процессов и аппаратов химической технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.20 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки: Производство биофармацевтических препаратов

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Разработчики:

Доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии, кандидат технических наук Маркова А. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 № 736, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 432н; "Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ", утвержден приказом Минтруда России от 22.07.2020 № 441н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Методическая комиссия УГСН 19.00.00	Председатель методической комиссии/совета	Топкова О. В.	Согласовано	04.05.2023
2	Кафедра биотехнологии	Ответственный за образовательную программу	Топкова О. В.	Согласовано	04.05.2023
3	Кафедра процессов и аппаратов химической технологии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Сорокин В. В.	Рассмотрено	24.05.2023, № 11

Согласование и утверждение образовательной программы

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет промышленной технологии лекарств	Декан, руководитель подразделения	Куваева Е. В.	Согласовано	04.05.2023

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

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

ОПК-5.1 Обоснованно выбирает технологическое оборудование и осуществляет его эксплуатацию для реализации биотехнологического процесса

Уметь:

ОПК-5.1/Ум1 Умеет обосновать выбор технологического оборудования для реализации процесса

ОПК-5.1/Ум2 Умеет обосновывать и формулировать условия и правила грамотной эксплуатации электротехнического оборудования биотехнологических производств.

ОПК-5.1/Ум3 Уметь выбирать технологическое оборудование, работать с каталогами и ГОСТами на основное и вспомогательное оборудование

ОПК-5.1/Ум4 Уметь эксплуатировать основное и вспомогательное технологическое оборудование

ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы

ОПК-7.1 Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные

Уметь:

ОПК-7.1/Ум4 Уметь выполнить анализ в соответствии с требованиями нормативной документации по заданной методике

ОПК-7.1/Ум5 Уметь оценить линейную зависимость и провести количественное определение вещества

ОПК-7.1/Ум6 Уметь провести статистическую обработку результатов анализа

ОПК-7.1/Ум7 Уметь интерпретировать полученные результаты

ОПК-7.2 Проводит наблюдения и измерения, применяя математические, физические, физико-химические, биологические и микробиологические методы

Уметь:

ОПК-7.2/Ум5 Уметь проводить обработку экспериментальных данных.

ОПК-7.2/Ум6 Уметь проводить прямые и косвенные измерения физических величин и характеристик и определять погрешности полученных результатов.

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-4.2 Осуществляет обоснованный выбор проектных решений по созданию оптимальных аппаратурно-технологических схем, рациональных производственных помещений, схем управления и регулирования биотехнологических процессов с учётом требований масштабирования и оптимизации

Уметь:

ОПК-4.2/Ум1 Уметь составлять технологические и аппаратные схемы всего производства, основных и вспомогательных технологических стадий получения биологически активных субстанций

Знать:

ОПК-4.2/Зн1 Знать основные принципы разработки технологических схем производства биологически активных субстанций

ОПК-4.2/Зн2 Знать основные принципы разработки аппаратных схем производства биологически активных субстанций

ОПК-4.2/Зн3 Знать технологическую и аппаратную схемы подготовки стерильного сжатого воздуха

ОПК-4.2/Зн4 Знать назначение основных помещений на биотехнологическом предприятии

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.20 «Процессы и аппараты биотехнологии» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.10 Аналитическая химия;

Б1.О.08 Инженерная графика;

Б1.О.11 Материаловедение;

Б1.О.17 Микробиология;

Б1.О.06 Общая и неорганическая химия;

Б1.О.13 Органическая химия;

Б1.О.18 Основы биохимии и молекулярной биологии;

Б1.О.16 Прикладная механика;

Б2.О.02(У) учебная практика (ознакомительная практика, технологическая);

Б1.О.05 Физика с основами биофизики;

Б1.О.14 Физическая химия;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.27 Биоинженерия;

Б1.О.19 Коллоидная химия;

Б1.О.26 Массообменные процессы и аппараты биотехнологии;

Б1.О.32 Метрологическое обеспечение биотехнологических производств;

Б1.О.17 Микробиология;

Б1.О.28 Оборудование и основы проектирования биотехнологических производств;

Б1.О.22 Основы автоматизированного проектирования элементов технологического оборудования;

Б1.О.18 Основы биохимии и молекулярной биологии;

Б1.О.30 Основы генетики и селекции микроорганизмов;

Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы;

Б2.О.03(П) производственная практика (технологическая практика);

Б1.О.31 Системы управления биотехнологическими процессами;

Б1.О.29 Статистические методы обработки данных с использованием программного обеспечения;

Б1.О.25 Физико-химические методы анализа;

Б1.О.23 Электротехника и промышленная электроника;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации в период сессии (часы)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	144	4	84	2	4	30	18	30	33	Экзамен (27)
Всего	144	4	84	2	4	30	18	30	33	27

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации в период сессии	Консультации в период теоретического обучения	Лабораторные занятия	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Планируемые результаты обучения, соответствующие с результатам освоения программы
Раздел 1. Гидромеханические процессы	73		2	20	12	16	23	ОПК-4.2 ОПК-5.1
Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики.	49		2	12	8	14	13	ОПК-7.1 ОПК-7.2
Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем	24			8	4	2	10	
Раздел 2. Тепловые процессы	44	2	2	10	6	14	10	ОПК-4.2 ОПК-5.1
Тема 2.1. Основы теплопередачи	44	2	2	10	6	14	10	ОПК-7.1 ОПК-7.2
Итого	117	2	4	30	18	30	33	

4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Гидромеханические процессы

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики.

Основное уравнение гидростатики, уравнение Паскаля. Практические применения уравнения Паскаля. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Режимы течения потоков. Закон вязкого трения Ньютона. Влияние давления и температуры на коэффициент вязкости. Неньютоновские жидкости.

Дифференциальное уравнение ламинарного движения вязкой жидкости (Навье-Стокса). Уравнение Бернулли. Приложения уравнения Бернулли: 1) диффузор и конфузор; 2) истечение из отверстий; 3) диафрагма; 4) труба Вентури; 5) трубка Пито.

Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Формулы Гагена-Пуазейля и Дарси-Вейсбаха. Потери давления на трение и на местные сопротивления в трубопроводах. Определение расхода энергии на перемещение жидкости. Расчет диаметра трубопроводов и выбор оптимальной скорости потока. Гидравлическое сопротивление кожухотрубчатых аппаратов. Расчет мощности насоса (вентилятора). Работа насоса (вентилятора) на сеть. Конструкции насосов и вентиляторов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	48	80
Тест	15	25
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		42
Отчет по практической работе	18	30
Отчет по лабораторной работе	30	50

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

Гравитационное осаждение. Определение скорости осаждения частиц дисперсной фазы. Закон Стокса. Расчет скорости осаждения и размера частиц. Производительность осадительных камер. Расчет отстойников для разделения жидких неоднородных систем.

Фильтрация. Свойства осадков. Скорость фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Определение констант фильтрации.

Центрифугирование. Характеристики и основы расчета центрифуг.

Аппараты для разделения суспензий. Аппараты для разделения газозвесей.

Взвешенный слой и расчет его характеристик. Гидравлическое сопротивление неподвижного и взвешенного слоя дисперсных частиц. Основные технологические направления использования взвешенного слоя.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Тест	52	94
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		16
Отчет по практической работе	3	5
Отчет по лабораторной работе	30	50

Раздел 2. Тепловые процессы

Тема 2.1. Основы теплопередачи

Механизмы переноса теплоты. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Уравнение Фурье-Кирхгофа для конвективно-кондуктивного переноса теплоты. Конвективная теплоотдача. Механизм теплоотдачи. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критерии теплового подобия. Частные случаи теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Влияние направленности теплового потока. Теплоотдача при конденсации пара. Конденсация пара в присутствии неконденсирующегося газа. Теплоотдача при кипении жидкостей. Основы теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Определение коэффициента теплопередачи. Средняя движущая сила теплопередачи. Принцип размещения теплообменников в производственных установках. Нестационарный теплообмен. Конструкции теплообменных аппаратов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	48	80
Тест	15	25
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		33
Отчет по практической работе	18	30
Отчет по лабораторной работе	24	40

4.3. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Консультации в период сессии (2 ч.)

Раздел 1. Гидромеханические процессы

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики.

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

Раздел 2. Тепловые процессы (2 ч.)

Тема 2.1. Основы теплопередачи (2 ч.)

Консультация по подготовке к промежуточной аттестации в форме экзамена.

4.4. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (4 ч.)

Раздел 1. Гидромеханические процессы (2 ч.)

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики. (2 ч.)

Консультации по подготовке к практическим занятиям и текущему контролю знаний (подготовка отчета к практическим работам, тестирование по материалу курса, контрольная работа).

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

Раздел 2. Тепловые процессы (2 ч.)

Тема 2.1. Основы теплопередачи (2 ч.)

Консультации по подготовке к практическим занятиям и текущему контролю знаний (решение задач, подготовка отчета к практическим работам, тестирование по материалу курса, контрольная работа, подготовка портфолио).

4.5. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Лабораторные занятия (30 ч.)

Раздел 1. Гидромеханические процессы (20 ч.)

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики. (12 ч.)

1. Изучение режимов течения жидкости
2. Определение потерь энергии при движении жидкости по трубам.
3. Защита и обсуждение лабораторных работ.
4. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
5. Изучение характеристик центробежного насоса. Изучение конструкций насосов, вентиляторов
6. Защита и обсуждение лабораторных работ.

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (8 ч.)

1. Исследование гидродинамики псевдооживленного слоя
2. Методы разделения суспензий. Фильтрация.
3. Защита и обсуждение результатов лабораторных работ.
4. Изучение конструкций аппаратов для разделения суспензий и газовзвесей. Изучение перемешивающих устройств

Раздел 2. Тепловые процессы (10 ч.)

Тема 2.1. Основы теплопередачи (10 ч.)

1. Исследование процесса теплопередачи в трубчатых теплообменниках.
2. Исследование процесса теплопередачи в пластинчатом теплообменнике.
3. Защита и обсуждение лабораторных работ.
4. Исследование процесса теплообмена при нестационарном тепловом режиме.
5. Изучение конструкций теплообменников.

4.6. Содержание занятий лекционного типа.

Очная форма обучения. Лекции (18 ч.)

Раздел 1. Гидромеханические процессы (12 ч.)

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики. (8 ч.)

1. Понятие о технологическом процессе, аппаратах, машинах. Типовые процессы и аппараты. Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия жидкостей Эйлера.
2. Гидродинамика. Уравнение неразрывности потока. Закон вязкого трения Ньютона. Влияние давления и температуры на коэффициент вязкости. Неньютоновские жидкости. Режимы течения потоков.
3. Дифференциальное уравнение ламинарного движения вязкой жидкости (Навье-Стокса). Уравнение Бернулли. Приложения уравнения Бернулли. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Потери давления на местные сопротивления в трубопроводах.
4. Расчет диаметра трубопроводов и выбор оптимальной скорости потока. Гидравлическое сопротивление кожухотрубчатых аппаратов. Расчет мощности насоса (вентилятора). Теория подобия. Элементы подобия. Теоремы подобия. Критерия гидродинамического подобия. Метод анализа размерностей.

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (4 ч.)

1. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем. Гравитационное осаждение. Закон Стокса. Производительность осадительных камер. Расчет отстойников для разделения жидких неоднородных систем. Взвешенный слой и расчет его характеристик. Гидравлическое сопротивление неподвижного и взвешенного слоя дисперсных частиц.
2. Фильтрация. Свойства осадков. Скорость фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Определение констант фильтрования. Центрифуги. Основы расчета центрифуг. Центробежное разделение в циклонах. Перемешивание и его виды. Расчет мощности мешалок. Конструкции мешалок.

Раздел 2. Тепловые процессы (6 ч.)

Тема 2.1. Основы теплопередачи (6 ч.)

1. Основы теплопередачи. Механизмы переноса теплоты. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье.
Уравнение Фурье-Кирхгофа для конвективно-кондуктивного переноса теплоты.
2. Конвективная теплоотдача. Механизм теплоотдачи. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критерии теплового подобия.
Частные случаи теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Естественная конвекция. Влияние направленности теплового потока. Теплоотдача при конденсации пара. Конденсация пара в присутствии неконденсирующегося газа. Теплоотдача при кипении жидкостей.
3. Основы теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Определение коэффициента теплопередачи. Средняя движущая сила теплопередачи. Принцип размещения теплообменников в производственных установках.
Методики расчета поверхностных теплообменных аппаратов.
Нестационарный теплообмен.

4.7. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Практические занятия (30 ч.)

Раздел 1. Гидромеханические процессы (16 ч.)

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики. (14 ч.)

1. Физические величины в курсе процессов и аппаратов и их размерности. Основное уравнение гидростатики
2. Уравнение расхода. Эквивалентный диаметр. Режимы движения жидкости. Уравнение Бернулли. Мерная диафрагма.
3. Потери энергии (сопротивление) при движении жидкостей по трубам. Местные сопротивления.
4. Определение мощности насосов и вентиляторов.
5. Транспортирование жидкостей и газов без насосов и вентиляторов.
6. Гидравлическое сопротивление теплообменной аппаратуры
7. Контрольная работа по теме «Гидравлика».

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (2 ч.)

Разделение неоднородных систем: осаждение, фильтрование.

Раздел 2. Тепловые процессы (14 ч.)

Тема 2.1. Основы теплопередачи (14 ч.)

1. Тепловой баланс теплообменных аппаратов. Уравнение теплопередачи. Движущая сила теплопередачи.
2. Решение задач на уравнение теплопередачи.
3. Конвективная теплоотдача без изменения агрегатного состояния.
4. Теплоотдача, сопровождающаяся изменением агрегатного состояния.
5. Контрольная работа по теме «Теплопередача».
6. Проектный расчёт трубчатого теплообменного аппарата. Ориентировочный выбор аппарата.
7. Проектный расчёт трубчатого теплообменного аппарата. Уточненный выбор аппарата.

4.8. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (33 ч.)

Раздел 1. Гидромеханические процессы (23 ч.)

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики. (13 ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям и текущему контролю знаний.
2. Подготовка к лабораторным занятиям.
3. Подготовка к тестированию по материалу курса. Решение задач.
4. Подготовка отчета к практическим работам.
5. Подготовка к контрольной работе.

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (10 ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям и текущему контролю знаний.
2. Подготовка к лабораторным занятиям.
3. Подготовка к тестированию по материалу курса.
4. Подготовка портфолио.

Раздел 2. Тепловые процессы (10 ч.)

Тема 2.1. Основы теплопередачи (10 ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям и текущему контролю знаний.
2. Подготовка к лабораторным занятиям.
3. Подготовка к тестированию по материалу курса. Решение задач.
4. Подготовка к контрольной работе.
5. Подготовка портфолио.

5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация: Экзамен, Пятый семестр.

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена. Промежуточная аттестация проводится в форме последовательной оценки портфолио студента и устного собеседования по билетам с учетом балльно-рейтинговой системы.

Порядок проведения экзамена:

1. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной календарным учебным графиком. Не допускается проведение экзамена на последних аудиторных занятиях.
2. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Самостоятельный перенос экзаменатором времени и места проведения экзамена не допускается.
3. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.
4. Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена на экзаменационной консультации.
5. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Экзаменационный билет состоит из 4 теоретических вопросов. Преподаватель имеет право задавать обучающемуся дополнительные вопросы, но в пределах соответствующего раздела программы подготовки к экзамену. При этом для получения положительной оценки студенту необходимо ответить не менее чем на 1 дополнительный вопрос.

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется с использованием шкалы оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется по следующим критериям.

1. Оценка «отлично» предполагает полные и точные ответы на все теоретические вопросы экзаменационного билета. Ответы характеризуются:

- свободным владением основными терминами и понятиями дисциплины;
- последовательным и логичным изложением материала дисциплины;
- логически завершенными выводами и обобщениями по теме вопросов;
- исчерпывающими ответами на дополнительные вопросы преподавателя.

2. Оценка «хорошо» предполагает полные ответы на все теоретические вопросы экзаменационного билета, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Ответы характеризуются:

- знанием основных терминов и понятий дисциплины;
- последовательным изложением материала дисциплины;
- умением формулировать некоторые обобщения и выводы по теме вопросов;
- правильными ответами на дополнительные вопросы преподавателя, но с некоторыми неточностями.

3. Оценка «удовлетворительно» предполагает допущение погрешностей, неточностей и ошибок в ответах на теоретические вопросы, но при этом студент обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. При ответе студент:

- допускает ошибки в основных терминах и понятиях дисциплины,
- применяет знания и владеет методами и средствами решения задач, но не делает обобщения и выводы по теме вопроса,
- недостаточно последовательно и полно излагает материал дисциплины.

4. Оценка «неудовлетворительно» предполагает следующие характеристики ответа студента:

- имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе дисциплины;
- допускает существенные ошибки при изложении материала, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.

Согласно балльно-рейтинговой системе итоговая оценка по дисциплине выставляется с учетом суммы набранных баллов за семестр:

- «отлично» - 900-1000 баллов
- «хорошо» - 750-899 баллов
- «удовлетворительно» - 600-749 баллов
- «неудовлетворительно» - менее 600 баллов.

Оценка «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» означает успешное прохождение итоговой промежуточной аттестации.

Если по итогам проведенной итоговой аттестации по дисциплине, результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции, обучающемуся выставляется оценка «не удовлетворительно».

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Фролов В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. - 608 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/97816.html>

2. Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О. М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. - 544 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/97815.html>

3. Разинов,, А. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А. И. Разинов,, А. В. Клинов,, Г. С. Дьяконов,. - Процессы и аппараты химической технологии - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 860 с. - 978-5-7882-2154-0. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/75637.html> (дата обращения: 21.06.2022). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа): практикум. учебное пособие / А. Н. Остриков,, А. А. Смирных,, И. Н. Болгова,, И. С. Наумченко,, М. В. Копылов,. - Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. - 232 с. - 978-5-00032-325-0. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/76435.html> (дата обращения: 21.06.2022). - Режим доступа: по подписке

2. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты: учебное пособие для вузов / А. Ю. Винаров, Л. С. Гордеев, А. А. Кухаренко, В. И. Панфилов, В. А. Быков. - 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - 274 с - 978-5-534-10765-4. - Текст: электронный. // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/book/cover/5C043E43-4E1C-43B9-8F9C-46E6909D9E1B> (дата обращения: 17.06.2022). - Режим доступа: по подписке

3. Жуков, В. И. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие / В. И. Жуков, - Процессы и аппараты пищевых производств - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 188 с. - 978-5-7782-2403-2. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/45150.html> (дата обращения: 21.06.2022). - Режим доступа: по подписке

6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. eLibrary.ru - Портал научных публикаций
2. <https://www.gost.ru/> - Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации
3. <http://docs.cntd.ru> - База нормативных и нормативно-технических документов «Техэксперт»

Ресурсы «Интернет»

1. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]
2. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва
3. <http://www.elsevierscience.ru> - Elsevier : [издатель научно-технической, медицинской литературы] / Elsevier Science and Technology (S&T)

6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. Mathcad Prime;

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

Специализированное оборудование:

учебные помещения

"Телевизор LG 32CS460.HD.USB. ЖК32"" - 1 шт.

"Учебная установка ""Труба в трубе"" - 1 шт.

Лабораторная установка по изучению механики жидкости - 1 шт.

Лабораторная установка по испытанию теплообменных аппаратов и теплофизических св - 1 шт.

Насос вакуумный 2VP-2, Stegler - 1 шт.

Ноутбук Lenovo Idea Pad L 340 - 1 шт.

Проектор Acer X122 - 1 шт.

Учебная установка для изучения процесса теплообмена при неустановившемся теплово - 1 шт.

Учебная установка для исследования псевдооживленного слоя - 1 шт.

Фильтровальная установка - 1 шт.

"Компьютер ""Некс Оптима 2013"" - 4 шт.

Системный блок НЕКС тип 3 - 10 шт.

7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1026>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1026>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1026>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1026>

Учебно-методическое обеспечение:

Маркова А.В. Процессы и аппараты биотехнологии : электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: : <https://edu-spcpu.ru/course/view.php?id=1026>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Методические указания по формам работы

Консультации в период теоретического обучения

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины.

Лекции

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: вебинар.

Лабораторные занятия

Текущий контроль знаний осуществляется на лабораторных занятиях и проводится в форме:

Отчет по лабораторной работе

Краткая характеристика оценочного средства: средство, позволяющее оценить способность обучающегося самостоятельно выполнять учебные задачи и задания с использованием специализированного оборудования и (или) программного обеспечения, обеспеченную совокупностью теоретических знаний.

Представление оценочного средства в фонде: требования к структуре и содержанию отчета.

Практические занятия

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

Контрольной работы

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект контрольных заданий по вариантам.

Отчет по практической работе

Краткая характеристика оценочного средства: средство, позволяющее оценить способность обучающегося самостоятельно выполнять учебные задачи и задания с использованием специализированного оборудования и (или) программного обеспечения, обеспеченную совокупностью теоретических знаний.

Представление оценочного средства в фонде: требования к структуре и содержанию отчета.

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий