

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический уни-
верситет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО СПбХФУ Минздрава России)

Факультет промышленной технологии лекарств
Кафедра процессов и аппаратов химической технологии

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета промышленной
технологии лекарств

 А..Л. Марченко

«24» июля 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 Ю. Ильина


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 Массообменные процессы и аппараты биотехнологии

Направление подготовки (специальность): **19.03.01 Биотехнология**

Направленность (профиль) программ: Биотехнология

Форма обучения: очная

Год обучения: 3, семестр: 6

№	Вид деятельности	Семестр
		6
1	Лекции, час.	22
2	Семинарские занятия, час	-
3	Практические занятия, час	28
4	Лабораторные занятия, час	28
5	Консультации, час	8
6	Занятий в активной и интерактивной форме, час	-
7	Самостоятельная работа, час	88
8	Курсовая работа (КР)/ курсовой проект (КП)	КР,4
9	Форма промежуточной аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час	Э, 2
10	Всего часов	180
11	Всего зачетных единиц	5

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности высшего образования – бакалавриат 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 11.03.2015 г. № 193.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1 Дисциплины (модули), вариативная часть.

Рабочая программа утверждена решением совета факультета промышленной технологии лекарственных средств, протокол от 21 июня 2019 г. № 9.

Рабочую программу разработал:

доцент кафедры ПАХТ
кандидат технических наук, доцент

 А. В. Маркова

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии (ПАХТ), протокол от 22 мая 2019 г. №13.

Заведующий кафедрой ПАХТ, ответственной за реализацию дисциплины:
кандидат фармацевтических наук, доцент

 В. В. Сорокин

Ответственный за образовательную программу:
доцент, кандидат биологических наук, доцент

 О. В. Гопкова

Председатель методической комиссии факультета:
заведующая кафедрой аналитической химии,
кандидат химических наук, доцент

 Г. М. Алексеева

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Массообменные процессы и аппараты биотехнологии» реализуется в шестом семестре в рамках вариативной части дисциплин (модулей) Блока 1.

Дисциплина «Массообменные процессы и аппараты биотехнологии» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам изучения следующих дисциплин:

- Б2.Б.07. Математика;
- Б1.Б.09. Информатика;
- Б2.Б.10. Физика;
- Б2.Б.13. Физическая химия;
- Б3.Б.17. Прикладная механика;
- Б3.Б.18. Процессы и аппараты биотехнологии.
- Б3.В.16. Инженерная графика;

Дисциплина «Массообменные процессы и аппараты биотехнологии» является базовой для освоения дисциплин:

- Б1.В.15. Системы управления биотехнологическими процессами;
- Б1.В.09. Оборудование и основы проектирования биотехнологических производств.

2. Внешние требования к дисциплине

Таблица 2.1

Компетенция ОПК-2 Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов, в части следующих индикаторов ее достижения:	
ОПК-2.2	обрабатывает данные экспериментов с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик
Компетенция ПК-1. Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции в части следующего индикатора ее достижения:	
ПК-1.4	выполняет материальные расчеты при осуществлении технологического процесса
Компетенция ПК-2 Способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами, в части следующих индикаторов ее достижения:	
ПК-2.1	обоснованно выбирает оборудование для реализации биотехнологического процесса.

3. Требования к результатам обучения по дисциплине

Таблица 3.1

Результаты обучения по дисциплине по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
ОПК-2.2 обрабатывает данные экспериментов с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик				
1. Имеет представление о теоретических основах технологического процесса	+			+
2. Знает определяющие параметры процессов, характеризующие его эффективность		+		+
3. Умеет рассчитывать параметры процессов и оборудования		+		+

Результаты обучения по дисциплине по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
4. Владеет методиками экспериментального установления зависимостей между технологическими параметрами, принципы экспериментального определения коэффициентов, характеризующих процесс			+	
ПК-1.4 выполняет материальные расчеты при осуществлении технологического процесса				
5. Имеет представление о взаимосвязи между параметрами процесса	+			+
6. Знает принципы расчета типового оборудования		+		+
7. Умеет делать практические выводы на основе полученных результатов		+		+
8. Владеет навыками наблюдения за работой оборудования			+	
ПК-2.1 обоснованно выбирает оборудование для реализации биотехнологического процесса.				
9. Имеет представление об устройстве типового оборудования	+			+
10. Знает достоинства и недостатки типового оборудования		+	+	+
11. Умеет выбирать рациональное типовое оборудование		+		+
12. Владеет навыками выбора технологического оборудования, используя экспериментальные результаты			+	

4. Содержание и структура дисциплины

4.1. Общая структура дисциплины

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (дидактической единицы)	Аннотированное содержание раздела дисциплины
4.1.1	Выпаривание	Работа выпарных аппаратов под вакуумом, атмосферным и избыточным давлением. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой баланс однокорпусной выпарной установки. Полная и полезная разность температур. Температурные потери. Многокорпусные выпарные установки: прямоточная, противоточная, с параллельным питанием. Общие принципы расчета многокорпусных выпарных установок. Выпарка с термокомпрессией вторичного пара. Основы расчета выпарного аппарата периодического действия. Аквадистиллятор. Получение воды для инъекций. Конструкции вы-

		парных аппаратов.
4.1.2	Сушка	<p>Классификация материалов, как объектов сушки. Способы сушки. Статика и кинетика сушки. Основные свойства влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха.</p> <p>Схема конвективной сушильной установки. Материальный и тепловой баланс сушки. Изображение на диаграмме Рамзина. Потенциал сушки. Варианты сушки. Изображение на диаграмме Рамзина. Сушка с замкнутым контуром теплоносителя. Сублимационная сушка. Конструкции сушилок.</p>
4.1.3	Основы массопередачи	<p>Законы диффузии. Дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде. Равновесие при массопередаче. Методы построения кривых равновесия. Направление перехода масс. Уравнение массоотдачи и массопередачи. Массообменные критерии подобия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии массообменного аппарата.</p> <p>Расчет насадочных диффузионных аппаратов. Число единиц и высота единицы переноса. Методы определения числа единиц переноса. Расчет тарельчатых диффузионных аппаратов. Определение диаметра и высоты колонн.</p>
4.1.4	Массообмен в системах жидкость пар (газ) и жидкость-жидкость	<p>Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса абсорбции. Определение величины минимального орошения колонны. Кинетика абсорбции. Конструкции абсорберов.</p> <p>Простая перегонка. Уравнение простой перегонки. Перегонка с водяным паром. Перегонка под вакуумом. Ректификация. Схема установки непрерывного действия. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнение рабочей линии ректификации. Определение величины флегмы. Тепловой баланс ректификационных колонн. Ректификация многокомпонентных смесей. Экстрактивная и азеотропная ректификация. Молекулярная дистилляция. Схемы установок и колонные аппараты.</p> <p>Жидкостная экстракция. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Выбор экстрагента. Материальный баланс. Кинетика жидкостной экстракции. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракция. Материальный баланс. Конструкции экстракторов</p>
4.1.5.	Массообмен в системах с твердой фазой	<p>Адсорбция. Промышленные адсорбенты. Статика и кинетика адсорбции, материальный баланс. Десорбция. Ионнообменные процессы. Ионнообменные смолы. Обменная емкость. Кинетика ионнообменного процесса. Конструкции адсорберов.</p> <p>Растворение. Характеристика процесса и области применения. Физические модели процесса. Методы растворения. Конструкции растворителей.</p> <p>Кристаллизация. Статика и кинетика кристаллизации. Изотермическая и изогидрическая кристаллизация. Основы расчета кристаллизаторов: материальный и тепловой баланс. Конструкции кристаллизаторов.</p> <p>Экстрагирование из твердой фазы и аппараты для его осуществления. Характеристика процесса и области применения. Физические модели процесса. Внешняя и внутренняя диффузия. Методы экстрагирования.</p>

4.1.6.	Холодильные процессы	Термодинамические основы получения холода. Циклы. Парокомпрессионная холодильная машина.
--------	----------------------	--

4.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий

Таблица 4.2

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Работа выпарных аппаратов под вакуумом, атмосферным и избыточным давлением. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой баланс однокорпусной выпарной установки. Полная и полезная разность температур. Температурные потери.	0	2	1, 5, 9
Утилизация теплоты выпарных установок. Аквадистиллятор. Получение воды для инъекций. Выпарка с термокомпрессией вторичного пара. Общие принципы расчета многокорпусных выпарных установок. Основы расчета выпарного аппарата периодического действия.	0	2	1, 5, 9
Классификация материалов, как объектов сушки. Способы сушки. Статика и кинетика сушки. Основные свойства влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха. Схема конвективной сушильной установки.	0	2	1, 5, 9
Материальный и тепловой баланс сушки. Изображение на диаграмме Рамзина. Потенциал сушки. Варианты сушки. Изображение на диаграмме Рамзина. Сушка с замкнутым контуром теплоносителя. Сублимационная сушка.	0	2	1, 5, 9
Законы диффузии. Дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде. Равновесие при массопередаче. Методы построения кривых равновесия. Направление перехода масс. Уравнение массоотдачи и массопередачи.	0	2	1, 5, 9
Массообменные критерии подобия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии массообменного аппарата. Расчет насадочных диффузионных аппаратов. Число единиц и высота единицы переноса. Методы определения числа единиц переноса. Расчет тарельчатых диффузионных аппаратов. Определение диаметра и высоты колонн	0	2	1, 5, 9
Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса абсорбции. Определение величины минимального орошения колонны. Кинетика абсорбции. Конструкции абсорберов. Простая перегонка. Уравнение простой перегонки. Перегонка с водяным паром. Перегонка под вакуумом. Ректификация. Схема установки непрерывного действия.	0	2	1, 5, 9
Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнение рабочей линии ректификации. Определение величины флегмы. Тепловой баланс ректификационных колонн.	0	2	1, 5, 9
Жидкостная экстракция. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Выбор экстрагента. Материальный баланс. Кинетика жидкостной экстракции. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракция. Материальный баланс.	0	2	1, 5, 9
Адсорбция. Промышленные адсорбенты. Статика и кинетика адсорбции, материальный баланс. Десорбция. Ионнообменные процессы. Ионнообменные смолы. Обменная емкость. Кинетика ионнообменного процесса. Растворение. Характеристика процесса и области применения. Физические модели процесса. Кристаллизация. Статика и кинетика кристаллизации. Изотермическая и изогидрическая кристаллизация. Основы расчета кри-	0	2	1, 5, 9

сталлизаторов: материальный и тепловой баланс.			
Экстрагирование из твердой фазы. Характеристика процесса и области применения. Физические модели процесса. Внешняя и внутренняя диффузия. Методы экстрагирования.	0	1	1, 5, 9
Термодинамические основы получения холода. Циклы. Парокомпрессионная холодильная машина.	0	1	1, 5, 9

Таблица 4.3

Темы семинаров / практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Распределение температур и давлений в однокорпусной выпарной установке, работающей под вакуумом.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Тепловой расчет выпарного аппарата непрерывного действия.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Многокорпусное выпаривание. Подогрев исходного раствора вторичным паром. Выпаривание с тепловым насосом.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Физические свойства парогазовых смесей. Диаграмма I-x для влажного воздуха.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Расчет теоретической сушилки.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной

Темы семинаров / практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
				контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Расчет действительной сушки.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Варианты процесса сушки.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Контрольная работа по темам «Выпаривание» и «Сушка».	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Решение контрольной задачи. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением контрольной задачи.
Определение характеристик двухфазных систем. Перегонка с водяным паром.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Определения диаметра и высоты тарельчатой ректификационной колонны.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Тепловой расчет ректификационной колонны непрерывного действия. Задача на дом.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи

Темы семинаров / практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
				по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Расчет процесса абсорбции.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Расчет одноступенчатой жидкостной экстракции.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.
Расчет многоступенчатой жидкостной экстракции.	0	2	2, 3, 6, 7, 10, 11	Анализ и обсуждение теоретического материала по теме практического занятия. Решение контрольной задачи по теме занятия. Выходной контроль – представление преподавателю отчета с решением задачи по теме занятия.

Таблица 4.4

Темы лабораторных занятий	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Изучение процесса концентрирования растворов в вакуум-выпарной установке	2	4, 8, 10, 12	Ознакомление студентов с правилами работы и техникой безопасности при работе на лабораторной установке, а также с общими правилами работы в лаборатории. Допуск студентов к выполнению лабораторной работы – проверка знаний хода выполнения работы, проверка наличия заполняемых форм. Выполнение лабораторной работы, внесение данных в формы.

Защита и обсуждение лабораторной работы	2	4, 8, 10, 12	Обработка опытных данных и составление отчета. Защита отчета.
Исследование процесса конвективной сушки.	2	4, 8, 10, 12	Ознакомление студентов с правилами работы и техникой безопасности при работе на лабораторной установке. Допуск студентов к выполнению лабораторной работы – проверка знаний хода выполнения работы, проверка наличия заполняемых форм. Выполнение лабораторной работы, внесение данных в формы.
Защита и обсуждение лабораторной работы	2	4, 8, 10, 12	Обработка опытных данных и составление отчета. Защита отчета.
Исследование процесса простой перегонки.	2	4, 8, 10, 12	Ознакомление студентов с правилами работы и техникой безопасности при работе на лабораторной установке. Допуск студентов к выполнению лабораторной работы – проверка знаний хода выполнения работы, проверка наличия заполняемых форм. Выполнение лабораторной работы, внесение данных в формы.
Защита и обсуждение лабораторной работы	2	4, 8, 10, 12	Обработка опытных данных и составление отчета. Защита отчета.
Изучение работы ректификационной колонны.	2	4, 8, 10, 12	Ознакомление студентов с правилами работы и техникой безопасности при работе на лабораторной установке. Допуск студентов к выполнению лабораторной работы – проверка знаний хода выполнения работы, проверка наличия заполняемых форм. Выполнение лабораторной работы, внесение данных в формы.
Защита и обсуждение лабораторной работы	2	4, 8, 10, 12	Обработка опытных данных и составление отчета. Защита отчета.
Изучение работы парокомпрессионной холодильной установки	2	4, 8, 10, 12	Ознакомление студентов с правилами работы и техникой безопасности при работе на лабораторной установке. Допуск студентов к выполнению лабораторной работы – проверка знаний хода выполнения работы, проверка наличия заполняемых форм. Выполнение лабораторной работы, внесение данных в формы.
Защита и обсуждение результатов лабораторных работ	2	4, 8, 10, 12	Обработка опытных данных и составление отчета. Защита отчетов.
Изучение аппаратурного оформления процессов выпаривания и кристаллизации.	2	4, 8, 10, 12	Анализ конструкций. Определение основных достоинств и недостатков. Оценка эффективности оборудования в конкретных процессах.
Изучение аппаратурного	2	4, 8, 10, 12	Анализ конструкций. Определение

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
1	Курсовой проект	1-12	20	4
	оформления процессов сушки и абсорбции.			основных достоинств и недостатков. Оценка эффективности оборудования в конкретных процессах.
	Изучение аппаратурного оформления процессов дистилляции. Схемы установок. Изучение аппаратурного оформления процессов адсорбции, ионного обмена.	2	4, 8, 10, 12	Анализ конструкций. Определение основных достоинств и недостатков. Оценка эффективности оборудования в конкретных процессах.
	Изучение аппаратурного оформления процессов экстрагирования.	2	4, 8, 10, 12	Анализ конструкций. Определение основных достоинств и недостатков. Оценка эффективности оборудования в конкретных процессах.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4.5

	<p>Самостоятельная учебная работа, выполняемая в течение учебного семестра.</p> <p>Целью курсового проекта является:</p> <ul style="list-style-type: none"> • изучение алгоритма проектирования массообменных аппаратов • расчёт параметров аппарата <p>Состав и содержание курсового проекта.</p> <p>Проектирование однокорпусной выпарной установки непрерывного действия для выпаривания раствора</p> <p><i>Перечень инженерных расчетов:</i> подробный расчет выпарного аппарата и холодильника концентрированного раствора; приближенный расчет остальных аппаратов установки; выбор стандартных аппаратов.</p> <p><i>Состав и объем графической части:</i> аппаратурная схема установки (формат А2).</p> <p><i>Основные исходные данные:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аппарат с кипением в трубах и естественной циркуляцией раствора. 2. Производительность установки по разбавленному раствору ... кг/с. 3. Концентрация растворенного вещества: начальная ...% масс., конечная ...% масс. 4. Начальная температура раствора ... °С. 5. Температура охлаждающей воды ... °С. <p>Давление в барометрическом конденсаторе ... кгс/см².</p> <p>Проектирование сушильной установки непрерывного действия для ... от</p> <p><i>Перечень инженерных расчетов:</i> подробный расчет сушильного аппарата и калорифера; приближенный расчет остальных аппаратов установки; выбор стандартных аппаратов.</p> <p><i>Состав и объем графической части:</i> аппаратурная схема установки (формат А2).</p> <p><i>Основные исходные данные:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сушилка кипящего слоя работает в городе (...). 2. Производительность установки по исходному продукту ... кг/ч. 3. Влажность материала: начальная ... %, конечная 5 %. 4. Начальная температура материала ...°С. 5. Гранулометрический состав материала: ... <p>Выполнение курсового проекта является завершающим этапом изучения и практического применения курса "Массообменные процессы и аппараты биотехнологии".</p> <p>Задача курсового проектирования - дать студентам навыки самостоятельной работы по комплексному расчёту и проектированию химической аппаратуры, ознакомить со специальной технической литературой, справочниками, каталогами, закрепить и расширить знания по курсу, дать этим знаниям практическую - направленность, подготовить к выполнению последующих проектов.</p> <p>В проекте выполняется подробная проработка и расчёт аппаратов. Проводятся расчёты материальных и тепловых потоков.</p> <p>Курсовые проекты выполняются под руководством преподавателя, который проводит обязательные занятия и даёт консультации по принципиальным вопросам, возникающим у студентов во время работы над проектом. Однако, за принятие окончательного решения, результаты расчётов, стиль и оформление работы ответственность несёт студент - автор проекта.</p> <p>Курсовой проект состоит из расчётно-пояснительной записки и графической части.</p> <p>Индивидуальные задания по вариантам представлены в методических указаниях к курсовому проекту, входящих в электронный учебно-методический комплекс.</p> <p>Сорокин В. В., Рубцова Л.Н., Маркова А.В., Мошинский А. И., Ганин П. Г. Учебно-методическое пособие к курсовому проектированию. ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.</p>
2	<p>Подготовка к практическим занятиям</p> <p>2, 3, 6, 7, 10, 11</p> <p>5</p> <p>0,5</p>

	Обучающиеся изучают теоретические сведения по теме практических занятий, представленные в режиме доступа: Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии_190301_01(о) [сайт]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.			
3	Подготовка к лабораторным занятиям Обучающиеся изучают теоретические сведения по теме лабораторного занятия, изучают схему установки и порядок выполнения лабораторной работы, оформляют заполняемые формы. Информация представлена в режиме доступа: Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии_190301_01(о) [сайт]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.	4, 8, 10, 12	5	0,5
4	Подготовка к тестированию по материалу курса Изучают теоретические материалы, представленные на лекциях, практических занятиях и в литературе в соответствии с методическими рекомендациями: Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии_190301_01(о) [сайт]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.	1, 5, 9, 10	10	1
5	Решение задач Решение задач. Подготовка отчета к практическим работам. Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии_190301_01(о) [сайт]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.	2, 3, 6, 7, 10, 11	4	1
5	Решение индивидуальной задачи по вариантам Решение задач. Подготовка отчета к практическим работам. Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.	2, 3, 6, 7, 10, 11	4	1
6	Подготовка к контрольной работе Изучают теоретические материалы, представленные на лекциях, практических занятиях и в литературе в соответствии с методическими рекомендациями и задачником Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии_190301_01(о) [сайт]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.	2, 3, 6, 7, 10, 11	5	2
7	Подготовка портфолио Обучающиеся ведут портфолио (коллекцию работ), которое является основой для проведения аттестации по дисциплине в соответствии с требованиями в ЭУМК:	1-12	3	0,5

	Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии_190301_01(о) [сайт]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.			
	Подготовка к экзамену	1-12	32	2
8	Обучающиеся дорабатывают портфолио. Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии_190301_01(о) [сайт]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.			

5. Образовательные технологии

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные, практические и лабораторные занятия. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на практических и лабораторных занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (таблица 5.1).

Таблица 5.1

Информирование	http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 и электронная почта преподавателя
Консультирование	http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 и электронная почта преподавателя
Контроль	http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 и электронная почта преподавателя
Размещение учебных материалов	http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032 и электронная почта преподавателя

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине предусмотрено оформление портфолио (электронное или бумажное), содержащее результаты всех выполненных работ, включая решение практических задач. В условиях, максимально приближенных к реальной профессиональной деятельности, ставятся и решаются профессиональные задачи, связанные с вопросами проведения технологических процессов (таблица 5.2).

Таблица 5.2

1	Портфолио
	Краткое описание применения: результаты решения тестовых заданий и по итогам выполнения практических, лабораторных работ и самостоятельной работы оформляются отчёты, которые включаются в портфолио (коллекцию работ), которое является основой для проведения промежуточной аттестации по дисциплине и учитывается при проведении промежуточной аттестации.

6. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Общая характеристика форм текущего контроля и промежуточной аттестации

По дисциплине «Массообменные процессы и аппараты биотехнологии» проводится текущий контроль и промежуточная аттестация.

6.1.1. Характеристика форм текущего контроля по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине «Массообменные процессы и аппараты биотехнологии» осуществляется на практических и лабораторных занятиях и заключается в решении тестовых заданий по теме занятий, решении практических задач на занятии, самостоятельной индивидуальной задачи, контрольной работы и защиты лабораторных работ

Результаты оцениваются с помощью балльно-рейтинговой системы. Получение более 360 баллов по результатам текущего контроля, являются одним из условий допуска к прохождению промежуточной аттестации.

Таблица 6.1

Наименование или номер раздела дисциплины	Наименование оценочного средства
4.1.1. Выпаривание	Тестовые задания (включают вопросы раздела), практические задачи, контрольные задачи; отчёты по лабораторным работам, отчёты по всем видам работ в портфолио
4.1.2. Сушка.	Тестовые задания (включают вопросы раздела), практические задачи, контрольные задачи, отчёты по лабораторным работам; отчёты по всем видам работ в портфолио
4.1.3. Основы массопередачи	Практические задачи, индивидуальные задачи, отчёты по лабораторным работам; отчёты по всем видам работ в портфолио
4.1.4 Массообмен в системах жидкость пар (газ) и жидкость-жидкость	Тестовые задания (включают вопросы раздела 4.1.3.-4.1.5), практические задачи, индивидуальные задачи, отчёты по лабораторным работам; отчёты по всем видам работ в портфолио
4.1.5. Массообмен в системах с твердой фазой.	Тестовые задания (включают вопросы раздела), отчёты по всем видам работ в портфолио
4.1.6. Холодильные процессы	Отчёты по лабораторным работам; отчёты по всем видам работ в портфолио

6.1.2. Характеристика промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (в форме устного собеседования), и представления портфолио, содержащего отчёты по всем выполненным видам работ и журналы посещаемости лекций и практических занятий, сформированное в ходе изучения дисциплины (см. Приложение 1).

По результатам освоения дисциплины «Массообменные процессы и аппараты биотехнологии», а также по итогам выполнения курсового проект выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Таблица 6.2

№ семестра	Форма промежуточной аттестации	Наименование оценочного средства
Семестр 6	Курсовой проект	Расчётно-пояснительная записка
Семестр 6	Экзамен	Портфолио, экзаменационный билет

Требования к структуре и содержанию оценочных средств представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине (Фонд оценочных средств).

6.1.3. Соответствие форм аттестации по дисциплине формируемым компетенциям

В таблице 6.3 представлено соответствие форм текущего контроля и промежуточной аттестации заявляемым требованиям к результатам обучения по дисциплине.

Таблица 6.3

Коды компетенций ФГОС	Индикаторы достижения компетенций	Формы аттестации						
		Текущий контроль					ПА ¹	
		Тестирование	Отчёт по самостоятельной работе (индивидуальная задача)	Отчёт по лабораторным работам	Отчёт с решением контрольных задач	Отчет по практическим работам	Курсовой проект	Экзамен
ОПК-2	ОПК-2.2 обрабатывает данные экспериментов с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	ПК-1.4 выполняет материальные расчеты при осуществлении технологического процесса	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	ПК-2.1 обоснованно выбирает оборудование для реализации биотехнологического процесса.	+	+	+	+	+	+	+

В таблице 6.4 иллюстрирует соответствие структуры оценочных средств промежуточной аттестации результатам обучения по дисциплине.

Таблица 6.4

Код индикатора достижения компетенции	Ссылка на результаты обучения по дисциплине	Семестр 5	
		Экзамен	
		Экзаменационный билет	
ОПК-2.2	1, 2, 3, 4	+	
ПК-1.4	5, 6, 7, 8	+	
ПК-2.1	9, 10, 11,12	+	

6.2. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. Правила балльно-рейтинговой системы оценки учебных достижений обучающихся

Текущий контроль по дисциплине проводится в форме тестирования, отчета о решении индивидуальных контрольных задач, отчетам по практическим занятиям; по результатам выполнения которых выставляются баллы. Согласно балльно-рейтинговой системе, оценки учебных достижений обучающихся дополнительно прибавляются баллы за посещение лекций и практических занятий.

Общее количество баллов в процессе обучения – 600 баллов. Для допуска к промежуточной аттестации студент должен набрать не менее 360 баллов (60% от максимального количества баллов).

Балльно-рейтинговая система оценки учебных достижений обучающихся по дисциплине «МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ BIOTECHNOLOGIES»

5 семестр, 3 курс	
Наименование мероприятий	Максимальный балл за мероприятие
1	2

¹ ПА – промежуточная аттестация

Посещение лекций	44 (4 баллов за 1 лекцию)
Посещение практических занятий	70 (5 баллов за 1 занятие)
Тестирование	126 (10 тестов)
Отчет по практической работе	65 (5 баллов за 1 отчет)
Отчет по самостоятельной работе	100(за 1 работу)
Отчет по контрольной работе	100 (за 1 работу)
Отчет о лабораторной работе	95 (5/10 баллов за 1 работу: разный уровень сложности)
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР:	600
Понижение рейтинга	
Пропуск практического занятия без ув. причины	5
Несвоевременная сдача контрольных мероприятий	1-25
Повышение рейтинга	
Активная работа на занятии	1-5
Промежуточная аттестация	
Экзамен	400
Итого баллов	1000

Промежуточная аттестация в 6 семестре проводится в форме экзамена: устного собеседования по вопросам экзаменационного билета, на который также представляется портфолио, сформированное в ходе изучения дисциплины, в состав которого входят все работы, выполненные студентом в ходе обучения, оценённые согласно балльно-рейтинговой системы.

Отчёты по практическим работам должны быть представлены на проверку в течение недели после изучения соответствующего раздела программы.

Отчёты по лабораторным работам должны быть представлены на проверку в течение недели после выполнения соответствующей работы.

Обучающиеся проходят тестирования, включающие вопросы по всем темам лекционных занятий (тестовые задания по 20 заданий, всего 3 тестовых задания), по результатам выполнения которых, выставляются баллы, а также тестирования по лабораторным занятиям, которые включают в себя задания по изучению конструкций аппаратов (7 тестовых заданий по 20 заданий каждое).

Отчёт с решением контрольной задачи сдаётся на проверку после завершения контрольной работы.

Отчёт с решением самостоятельной индивидуальной задачи сдаётся на проверку после прохождения соответствующего раздела.

Тестирование

Допускаются следующие варианты проведения тестирования:

- с применением автоматизированных тестов в рамках электронного учебно-методического комплекса;
- на практических занятиях;
- в рамках самостоятельной подготовки к практическому занятию;
- по каждой теме практического занятия;
- по совокупности тем практических занятий.

Тестирование проводится с ограничением по времени не более 1 минуты на одно тестовое задание, не более 20 минут на тестирование в целом. Количество попыток, предоставляемых обучающемуся для получения положительного результата, 2.

Общее количество набранных баллов в ходе текущего контроля должно быть не менее 360. Обучающемуся по согласованию с преподавателем разрешается пересдать работу для повышения баллов.

Для прохождения промежуточной аттестации в форме экзамена обучающийся должен представить портфолио, а также ответить на вопросы экзаменационного билета в процессе устного собеседования.

Если какие-то работы не были выполнены в процессе изучения дисциплины или получили количество баллов ниже указанного, то на зачёте обучающемуся предоставляется дополнительная возможность для их оценивания или повышения оценки. Минимальный балл для допуска обучающегося к промежуточной аттестации: 360 баллов из максимально возможных 600 баллов.

Экзамен

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 представляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

В рамках проведения экзамена преподаватель оценивает портфолио студента и результат ответа студента на билет. Портфолио может быть представлено на бумажном носителе (рабочая тетрадь, журнал учета посещаемости и успеваемости студентов), либо в форме отчета по итогам освоения дисциплины в электронно-информационной среде. 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.

Допускаются следующие варианты проведения экзамена:

- с применением контрольно-измерительных материалов на бумажном носителе;
- с предварительной подготовкой в случае необходимости представления ответа на вопрос в письменной форме;
- без предварительной подготовки в случае необходимости представления ответа на вопрос в устной форме;
- Критерии выставления общей оценки по результатам промежуточной аттестации представлены в разделе 6.4

6.3. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица 6.5

Код компетенции	Показатель сформированности (индикатор достижения компетенции)	Структурные элементы оценочных средств	Критерии оценки сформированности компетенции	
			не сформирована	сформирована

ОПК-2	ОПК-2.2 обрабатывает данные экспериментов с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	Устное собеседование	Не способен самостоятельно, без помощи преподавателя обрабатывать данные экспериментов. Не правильно проводит интерпретацию полученных результатов. Допущенные ошибки при использовании стандартных способов аппроксимации численных характеристик не способен исправить самостоятельно, даже с помощью преподавателя	Способен самостоятельно, без помощи обрабатывать данные экспериментов. Возникающие ошибки при использовании стандартных способов аппроксимации численных характеристик способен исправить самостоятельно или с помощью наводящих вопросов преподавателя. Корректно интерпретирует результаты работ. Оформляет правильно (или с незначительными замечаниями) отчёты по итогам работ.
		Курсовой проект	Не способен выполнить правильно и в срок поставленные цели и задачи курсового проекта. Не правильно проводит интерпретацию полученных результатов. Допущенные ошибки не способен исправить самостоятельно, даже с помощью преподавателя	Владеет методологией расчёта параметров оборудования в рамках целей и задач курсового проекта. Корректно интерпретирует результаты проекта. Оформляет правильно (или с незначительными замечаниями) РПЗ по итогам работ.
ПК-1	ПК-1.4 выполняет материальные расчёты при осуществлении технологического процесса	Устное собеседование	Не способен самостоятельно, без помощи преподавателя устанавливать взаимосвязи между элемента-	Способен самостоятельно, без помощи обрабатывать устанавливать взаимосвязи между элементами технологиче-

			<p>ми технологического оборудования, определять условия проведения биотехнологического процесса, параметры процесса, выбирать рациональный технологический процесс. Допущенные ошибки не способен исправить самостоятельно, даже с помощью преподавателя</p>	<p>ского оборудования, определять условия проведения биотехнологического процесса, параметры процесса, выбирать рациональный технологический процесс.</p> <p>Возникающие ошибки способен исправить самостоятельно или с помощью наводящих вопросов преподавателя.</p> <p>Корректно интерпретирует результаты работ. Оформляет правильно (или с незначительными замечаниями) отчёты по итогам работ</p>
		Курсовой проект	<p>Не способен выполнить правильно и в срок поставленные цели и задачи курсового проекта. Не правильно проводит интерпретацию полученных результатов. Допущенные ошибки не способен исправить самостоятельно, даже с помощью преподавателя</p>	<p>Владеет методологией расчёта параметров оборудования в рамках целей и задач курсового проекта. Корректно интерпретирует результаты проекта. Оформляет правильно (или с незначительными замечаниями) РПЗ по итогам работ.</p>
ПК-2	ПК-2.1 обоснованно выбирает оборудование для реализации биотехнологического процесса.	Устное собеседование	<p>Не способен самостоятельно, без помощи преподавателя выбрать оборудование для реализации биотехнологического процесса. Допущенные ошибки не способен исправить самостоятельно, даже с помощью преподавателя</p>	<p>Способен самостоятельно, без помощи выбрать оборудование для реализации биотехнологического процесса.</p> <p>Возникающие ошибки способен исправить самостоятельно или с помощью наводящих вопросов преподавателя.</p>

			давателя	Корректно интерпретирует результаты выбора. Оформляет правильно (или с незначительными замечаниями) отчёты по итогам работ
		Курсовой проект	Не способен выполнить правильно и в срок поставленные цели и задачи курсового проекта. Не правильно проводит интерпретацию полученных результатов. Допущенные ошибки не способен исправить самостоятельно, даже с помощью преподавателя	Владеет методологией расчёта параметров оборудования в рамках целей и задач курсового проекта. Корректно интерпретирует результаты проекта. Оформляет правильно (или с незначительными замечаниями) РПЗ по итогам работ.

Компетенция считается сформированной на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой, если по итогам применения оценочных средств или их отдельных элементов результаты, демонстрируемые обучающимся, отвечают критерию сформированности компетенции.

6.4. Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме устного собеседования. При этом нельзя пользоваться справочными материалами. Количество баллов за устное собеседование – 400 баллов. По итогам экзамена выставляется оценка «отлично» или «хорошо» или «удовлетворительно» или «неудовлетворительно», при этом итоговое количество баллов складывается из суммы баллов за портфолио и устное собеседование. Критерии оценки:

- «не зачтено» (ниже 600 баллов);
- «удовлетворительно» (601-750 баллов);
- «хорошо» (751-900 баллов);
- «отлично» (901 – 1000 баллов)

Для определения итоговой оценки за экзамен оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», выставленные по результатам прохождения его отдельных этапов, переводятся в баллы следующим образом

Оценивание сформированности компетенций осуществляется поэтапно: оценка портфолио, оценка ответа студента на вопросы экзаменационного билета. Оценка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» выставляется студенту, если:

1. Предоставлено полное портфолио.
2. Студент ответил на вопросы экзаменационного билета и ответ соответствует следующим минимальным требованиям: ответ на вопрос полный, допускаются незначительные ошибки в основных терминах и понятиях дисциплины, допускается недостаточно последовательное и полное изложение материала дисциплины.

Результаты сдачи студентом экзамена определяются с использованием шкалы оценок «не удовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценивание сформированности компетенций осуществляется поэтапно: оценка портфолио, оценка ответа студента на вопросы экзаменационного билета. Порядок определения категории оценки представлен в таблице 6.5.1.

Таблица 6.5.1.

Этап	Характеристики ответа	Категория оценки
Портфолио	Представлено полное	«удовлетворительно», «хорошо», «отлично»
	Не представлено, представлено не полное	«не удовлетворительно»
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Ответил на теоретические вопросы и ответ соответствует следующим минимальным требованиям: свободное владение основными терминами и понятиями дисциплины; последовательное и логичное изложение материала дисциплины; логически завершенные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы преподавателя.	«отлично»
	Ответил на теоретические вопросы и ответ соответствует следующим минимальным требованиям: знанием основных терминов и понятий дисциплины; последовательное изложение материала дисциплины; умение формулировать некоторые обобщения и выводы по теме вопросов; правильными ответами на дополнительные вопросы преподавателя, но с некоторыми неточностями.	«хорошо»
	Не ответил на некоторые теоретические вопросы и при ответе: 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.	«удовлетворительно»
	Не ответил на некоторые теоретические вопросы и при ответе: имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе дисциплины; допускает существенные ошибки при изложении материала, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.	«не удовлетворительно»

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».

Требования к структуре и содержанию оценочных средств представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине (см. Приложение 1).

7. Литература

Основная литература

1. Романков, П. Г. Массообменные процессы химической технологии : учебное пособие / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 440 с. — ISBN 978-5-93808-289-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67361.html> (дата обращения: 17.05.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 860 с. — ISBN 978-5-7882-2154-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75637.html> (дата обращения: 17.05.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — ISBN 978-5-93808-290-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html> (дата обращения: 17.05.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература (в т.ч. учебная)

1. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В. Ф. Фролов. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — ISBN 978-5-93808-304-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html> (дата обращения: 17.05.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. — 168 с. — ISBN 978-5-89289-435-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/14388.html> (дата обращения: 17.05.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина. — Томск : Томский политехнический университет, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-4387-0787-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84033.html> (дата обращения: 17.05.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Вобликова, Т. В. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермяков. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2013. — 212 с. — ISBN 978-5-9596-0958-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47344.html> (дата обращения: 17.05.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	ИС Единое окно доступа к образовательным ресурсам : [сайт] / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИН-ФОРМИКА" . - URL : http://window.edu.ru/ (дата обращения 17.05.2019). - Текст: электронный	На портале размещены электронные версии учебных материалов из библиотек вузов различных регионов России, научная и методическая литература. Электронные книги доступны как для чтения онлайн, так и для скачивания.
2	Роспатент : федеральная служба по интеллектуальной собственности. — Москва. — URL : http://www.rupto.ru/ (дата обращения 17.05.2019). — Текст. Изображение : электронные	Федеральная служба по интеллектуальной собственности
3	РОССТАНДАРТ : федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии : [официальный сайт] / Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. - Москва.- Обновляется в течение суток. - URL: https://www.gost.ru/portal/gost/ (дата обращения 17.05.2019). - Текст : электронный	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
4	Разработка и регистрация лекарственных средств : научно-производственный журнал : [сайт] / ООО «ЦФА». - Москва. - URL: https://www.pharmjournal.ru/jour (дата обращения: 17.05.2019). – Текст: электронный	Сайт научно-производственного журнала
5	ЭБС IPR BOOKS : [сайт] : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», гл.ред. Е. А. Богатырева — [Саратов].- URL: http://www.iprbookshop.ru . - Текст : электронный	Электронно-библиотечная система IPRbooks — ведущий поставщик цифрового контента для образовательных учреждений и публичных библиотек. Ресурс активно используется в научной среде — в высших и средних специальных. Уникальная платформа объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу.

8. Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Учебно-методическое обеспечение

Маркова А. В. Массообменные процессы и аппараты биотехнологии_190301_01(о) [сайт]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1032>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8.2. Программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Специализированное программное обеспечение

Таблица 8.1

№	Наименование ПО	Назначение	Место размещения
1	Mathcad Prime	Выполнение технологических расчетов	Учебная аудитория № 2 (компьютерный класс), расположенная по адресу 197022, город Санкт-Петербург, Аптекарский проспект, д. 6, лит. А, пом. 30Н

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

Таблица 8.2

№	Наименование ПО	Назначение	Место размещения
1	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	Компьютерный класс для самостоятельной работы на кафедре высшей математики

9. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Таблица 9.1

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	Elsevier : [издатель научно-технической, медицинской литературы] / Elsevier Science and Technology (S&T). - - URL : http://www.elsevierscience.ru (дата обращения: 17.05.2019). - Текст: электронный	База данных с каталогом изданий
2	Springer Nature [международное издательство] : [сайт] / Springer Nature Group - [Хайдельберг], [Лондон] - URL : https://www.springernature.com/gp (дата обращения: 17.05.2019). - Текст: электронный	База данных с каталогом изданий

10. Материально-техническое обеспечение

Оборудование общего назначения

Таблица 10.1

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных и практических занятий
2	Компьютерный класс (с выходом в Internet)	Для организации самостоятельной работы обучающихся и проведения практических занятий

Специализированное оборудование

Таблица 10.2

№	Наименование оборудования	Назначение	Место размещения
1	Учебная установка для изучения для изучения ректификационной колонны	Изучение работы ректификационной колонны.	Учебная аудитория № 1 (лаборатория). СПб, Аптекарский пр., д. 6, кафедра ПАХТ
2	Сушильный шкаф	Исследование процесса конвективной сушки.	Учебная аудитория № 1 (лаборатория). СПб, Аптекарский пр., д. 6, кафедра ПАХТ
3	Вакуум-выпарная установка	Изучение процесса концентрирования растворов в вакуум-выпарной установке	Учебная аудитория № 1 (лаборатория). СПб, Аптекарский пр., д. 6, кафедра ПАХТ
4	Учебная установка для исследования процесса простой перегонки	Исследование процесса простой перегонки.	Учебная аудитория № 1 (лаборатория). СПб, Аптекарский пр., д. 6, кафедра ПАХТ
5	Лабораторная установка по изучению работы сушильного шкафа с инфракрасным и конвективным подводом тепла	Исследование процесса конвективной сушки.	Учебная аудитория № 1 (лаборатория). СПб, Аптекарский пр., д. 6, кафедра ПАХТ
6	Парокомпрессионная холодильная установка	Изучение работы парокомпрессионной холодильной установки	Учебная аудитория № 1 (лаборатория). СПб, Аптекарский пр., д. 6, кафедра ПАХТ

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья

Таблица 10.3

№	Наименование оборудования	Назначение	Место размещения
1	Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION	Предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения	Учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)
2	Электронный ручной видеувеличитель Bigger D2.5-43 TV	Предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста	Учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)
3	Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» PM-6-1 (заушный индиктор)	Портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации	Учебно-методический отдел, устанавливается в мультимедийной аудитории по месту проведения занятий (при необходимости)

Перечень наборов демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий

Таблица 10.4

№	Наименование	Назначение	Место размещения
1	Конструкции оборудо-	Для объяснения устройства и прин-	Учебная лаборатория

	вания. Набор картинок оборудования.	ципов работы технологического оборудования	кафедры ПАХТ
--	-------------------------------------	--	--------------