Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2025 17:17:30
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии

_____ Ю.В. Данильчук

«__07__» _____2022 г.

.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Процессы и аппараты биотехнологических производств»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная
2021 год начала обучения

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **19.03.01 Биотехнология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 марта 2015 г. № 193 и основной образовательной программы высшего профессионального образования ООП ВО, разработанной в Московском политехническом университете

Программу составил:

профессор, к.т.н.  /Н.Е. Николайкинв/

Программа дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств» утверждена на заседании кафедры «ХимБиотех» 01 сентября 2021 г., протокол №1.

Зав. кафедрой «ХимБиотех» проф., д.б.н.  /Т.И. Громовых/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»

Доцент, к.б.н.  / Е.С. Горшина/

« 1 » сентября 2021 г.

1. Цели освоения дисциплины

К основным целям освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств» следует отнести:

- подготовка студентов к решению инженерных и производственных вопросов биотехнологической отрасли в комплексе с ее достижениями и возможными технологическими решениями, а также экологическим проблемам биотехнологии,
- формирование у студентов знаний и практических навыков по эксплуатации технологического оборудования.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств» следует отнести:

- ознакомление с основными процессами, аппаратами и оборудованием биотехнологической отрасли;
- приобретение студентами знаний назначения, принципа действия и устройства аппаратов и оборудования в биотехнологии;
- практическое закрепление полученных знаний в области аппаратурного оформления биотехнологических процессов.

Полученные на ее основе знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им дисциплин специализации специальности "Биотехнология".

2.Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологических производств» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части Блока 1.1.1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата.

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологических производств» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП: «Промышленная биотехнология», «Основы технологических процессов», «Проектирование технологических линий».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать:

критерии выбора и аппаратуру стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза;

-важнейшие конструктивные элементы машин и аппаратов биотехнологических производств;

- способы и аппаратуру для транспортирования твердых, жидких и газообразных сред;
-основное и вспомогательное оборудование биотехнологических производств

Уметь

-использовать полученные знания в практической деятельности;
-рассчитать основные характеристики и выбрать оборудование для конкретной стадии технологического процесса, обосновать правильность выбора;
-пользоваться каталогами и справочниками для выбора оборудования.
-использовать полученные знания при проведение экспериментальных исследований, в практической деятельности;

Владеть

-навыками определения основного оборудования для заданной производственной мощности;
-приемами технологического расчета основного и вспомогательного оборудования
методами и п приемами проведения экспериментальных исследований

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	**Знать:** - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности. **Уметь:** - планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной пер-

		спективы достижения; осуществления деятельности. **Владеть*:*** - технологиями организации процесса самообразования; способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.
ПК-8	Способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности	**Знать**: - критерии выбора и аппаратуру стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза; -важнейшие конструктивные элементы машин и аппаратов; - способы и аппаратуру для транспортирования твердых, жидких и газообразных сред; -основное и вспомогательное оборудование микробиологических производств **Уметь** -использовать полученные знания в практической деятельности; -рассчитать основные характеристики и выбрать оборудование для конкретной стадии технологического процесса, обосновать правильность выбора; -пользоваться каталогами и справочниками для выбора оборудования. **Владеть** -навыками определения основного оборудования для заданной производственной мощности; -приемами технологического расчета основного и вспомогательно-

		го оборудования
ПК-8а	Владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области	**Знать**: - критерии выбора аппаратуры стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза **Уметь:** -использовать полученные знания при проведение экспериментальных исследований, в практической деятельности; **Владеть:** - методами и п приемами проведения экспериментальных исследований
ПК-9	способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов	**Знать**: - критерии выбора аппаратуры стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза **Уметь:** -использовать полученные знания в практической деятельности; **Владеть:** -приемами технологического расчета основного и вспомогательного оборудования

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, т.е. 180 академических часов.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре. Лекции – 36 часов, лабораторные работы – 36 часов, семинарские занятия – 18 часов, самостоятельная работа (курсовой проект) – 90 часов, форма промежуточного контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологиче-

ских производств» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

1. Введение. Предмет и задачи курса. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами, с курсовым и дипломным проектированием. Принципиальная технологическая схема биотехнологических производств и типы ее аппаратурного оформления.

2.Процессы и аппараты подготовительной стадии биотехнологического производства

Процессы для очистки и стерилизации воздушной, питательной сред и оборудования. Процессы измельчения и подачи сред в аппараты. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования твердых материалов. Методы и устройства для герметизации аппаратуры и коммуникаций.

Оборудование для приготовления питательных сред. Дробилки и дезинтеграторы.

Насосы, воздуходувки и компрессоры. Методики расчетов. Вспомогательное оборудование. Перемещение газов и жидкостей по трубопроводам.

3.Основное оборудование для выращивания и ферментации оборудование, его выбор и расчет

Биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах. Растительные установки для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах. Процессы глубинного культивирования микроорганизмов. Конструкции ферментеров. Массообменные характеристики ферментера. Методы аэрирования в ферментерах. Способы подвода энергии на перемешивание, типы мешалок. Фотобиореактора. Критерии выбора и оценка эффективности работы биореактора. Влияние условий культивирования на тепловыделение. Пенообразование и пеногашение при ферментации.

4. Аппаратурное оформление процессов разделения и очистки продуктов биотехнологических производств.

Биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.

Отделение биомассы: флотация, флокуляция, сепарирование, центрифугирование, фильтрация, мембранное разделение.

Выделение целевого продукта: осаждение, экстракция, адсорбция, абсорбция, ионный обмен, концентрирование, кристаллизация, упаривание, сушка. Конструкции и расчет аппаратов.

5.Оборудование для хранения, транспортировки готового продукта биотехнологических производств

Аппаратура для хранения жидкого и твердого готового продукта.

Оборудование для фасовки и упаковки готовой продукции.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологиче-

ских производств» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

- контроль усвоения материала на защите лабораторных работ при ответе на контрольные вопросы, оценка практических навыков и умений с проверкой оформления протоколов выполненной работы и анализом результатов;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта;

- контроль усвоения материала на приеме итогового экзамена по дисциплине.

Оценка всех видов учебной деятельности проводится по 5-ти бальной системе.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств» и в целом по дисциплине составляет 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 25% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;

- выполнение курсового проекта (по индивидуальному заданию для каждого обучающегося).

Курсовой проект включает пояснительную записку с изложением базового технологического процесса, расчета количества основного ферментационного оборудования по заданной производственной мощности, расчета расходных коэффициентов по основному технологическому сырью. На чертежах формата А1 представляются:

- чертеж единицы основного оборудования технологического процесса;

- чертеж узлов рассчитанного оборудования.

Темы задания на курсовой проект, выполняемого обучающимися приведены в приложении.

Образцы экзаменационных билетов приведены в приложении.

6.1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию
ПК-8	способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности
ПК-8а	основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области
ПК-9	способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ОК-7 Способность к самоорганизации и самообразованию				

Знать: - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.	Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания и особенностей процессов самоорганизации и самообразования.	Демонстрирует частичное знание содержания процессов самоорганизации и самообразования, некоторых особенностей и технологий реализации, но не может обосновать их соответствие запланированным целям профессионального совершенствования.	Демонстрирует знание содержания и особенностей процессов самоорганизации и самообразования, но дает неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального роста.	Владеет полной системой знаний о содержании, особенностях процессов самоорганизации и самообразования, аргументированно обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессионального и личностного развития.
Уметь - планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятель-	Имея базовые знания о способах принятия решений при выполнении конкретной профессиональной деятельности, не способен устанавливать приоритеты при планировании целей своей деятельности.	При планировании и установлении приоритетов целей профессиональной деятельности не полностью учитывает внешние и внутренние условия их достижения.	Планируя цели деятельности с учетом условий их достижения, дает не полностью аргументированное обоснование соответствия выбранных способов выполнения деятельности намеченным целям.	Готов и умеет формировать приоритетные цели деятельности, давая полную аргументацию принимаемым решениям при выборе способов выполнения деятельности.

ности.				
Владеть: технологиями организации процесса самообразования; способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.	Владеет информацией об отдельных приемах саморегуляции, но не умеет реализовывать их в конкретных ситуациях.	Владеет отдельными приемами саморегуляции, но допускает существенные ошибки при их реализации, не учитывая конкретные условия и свои возможности при принятии решений.	Демонстрирует возможность и обоснованность реализации приемов саморегуляции при выполнении деятельности в конкретных заданных условиях.	Демонстрирует обоснованный выбор приемов саморегуляции при выполнении деятельности в условиях неопределенности.
ПК-8- способность работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности				
Знать: - аппаратуру стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза; · важнейшие конструктивные элементы машин и аппаратов; · способы и аппаратуру для транспортирования твердых, жидких и газообразных сред; -основное и вспомогательное оборудование	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - аппаратуру стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза; · важнейшие конструктивные элементы машин и аппаратов; · способы и аппаратуру для транспортирования твердых, жидких и газообразных сред;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - аппаратуру стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза; -важнейшие конструктивные элементы машин и аппаратов; · способы и аппаратуру для транспортирования твердых, жидких и газообразных сред;-основное и вспомогательное оборудование микробиологических производств. Допускаются значи-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - аппаратуру стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза; · важнейшие конструктивные элементы машин и аппаратов; · способы и аппаратуру для транспортирования твердых, жидких и газообразных сред; -основное и вспомогательное оборудование микробиологических производств.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - аппаратуру стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза; · важнейшие конструктивные элементы машин и аппаратов; · способы и аппаратуру для транспортирования твердых, жидких и газообразных сред; -основное и вспомогательное оборудование микробиологических

микробиологических производств.	-основное и вспомогательное оборудование микробиологических производств.	тельные ошибки, проявляется недостаточность знаний, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при анализе особенностей аппаратурного оформления технологических процессов.	Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения в анализе особенностей аппаратурного оформления технологических процессов	производств. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь -рассчитать основные характеристики и выбрать оборудование для конкретной стадии технологического процесса, обосновать правильность выбора; - пользоваться каталогами и справочниками для выбора оборудования.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет рассчитать основные характеристики и выбрать оборудование для конкретной стадии технологического процесса, обосновать правильность выбора; -пользоваться каталогами и справочниками для выбора оборудования;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: рассчитать основные характеристики и выбрать оборудование для конкретной стадии технологического процесса, обосновать правильность выбора; -пользоваться каталогами и справочниками для выбора оборудования; неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков .	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: рассчитать основные характеристики и выбрать оборудование для конкретной стадии технологического процесса, обосновать правильность выбора; -пользоваться каталогами и справочниками для выбора оборудования; Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при оперировании умениями.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: рассчитать основные характеристики и выбрать оборудование для конкретной стадии технологического процесса, обосновать правильность выбора; -пользоваться каталогами и справочниками для выбора оборудования; Свободно оперирует приобретенными умениями.
Владеть: -навыками определения основного оборудования для заданной производственной мощно-	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками определения основного оборудования	Обучающийся владеет основными навыками определения основного оборудования для заданной производственной мощности; в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, про-	Обучающийся частично владеет основными навыками определения основного оборудования для заданной производственной мощности; Навыки освоены, но	Обучающийся в полном объеме владеет навыками определения основного оборудования для заданной производственной мощности.

сти;	для заданной производственной мощности; -	является недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков .	допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Свободно применяет полученные навыки.
ПК – 8а - владение основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области				
Знать: - критерии выбора аппаратуры стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - критерии выбора аппаратуры стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: критерии выбора аппаратуры стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при анализе особенностей аппаратурного оформления технологических процессов.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: критерии выбора аппаратуры стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения в анализе особенностей аппаратурного оформления технологических процессов	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих критерии выбора аппаратуры стадий культивирования, выделения и очистки продуктов биосинтеза. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь- использовать полученные знания в практической деятельности;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать полученные знания в практической деятельности.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать полученные знания в практической деятельности неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать полученные знания в практической деятельности. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при оперировании умениями.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать полученные знания в практической деятельности; Свободно оперирует приобретенными умениями.

		затруднения при применении навыков .		
владеть- приемами технологического расчета основного и вспомогательного оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет приемами технологического расчета основного и вспомогательного оборудования	Обучающийся владеет основными навыками приемами технологического расчета основного и вспомогательного оборудования в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков	Обучающийся частично владеет основными приемами технологического расчета основного и вспомогательного оборудования Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся в полном объеме владеет приемами технологического расчета основного и вспомогательного оборудования Свободно применяет полученные навыки.
ПК-9 способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов				
Знать: - основные виды и характеристики технологических процессов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - основные виды и характеристики технологических процессов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основные виды и характеристики технологических процессов Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - основные виды и характеристики технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки и неточности.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - основные виды и характеристики технологических процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь: - определять соответствие технологического процесса производственному регламенту	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять соответствие технологического процесса	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять соответствие технологического процесса производственному регламенту Допуска-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: определять соответствие технологического процесса производственному регламенту	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: определять соответствие технологического процесса производственному

	производственному регламенту	ются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности и затруднения при выборе нового сырья.	регламенту Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: - основными методами анализа технологического процесса	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основными методами анализа технологического процесса.	Обучающийся владеет основными методами анализа технологического процесса. Обучающимся допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей.	Обучающийся частично владеет основными методами анализа технологического процесса. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения анализе полученных результатов, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет основными методами анализа технологического процесса, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

6.1.3 Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и ее описание

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологических производств» (промежуточный контроль: лабораторные работы, курсовой проект).

Шкала оценивания	**Описание**

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки. Применение приобретенных знаний, умений, навыков в ситуациях повышенной сложности вызывает затруднения.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература

1. Винаров, А.Ю. Процессы и аппараты биотехнологии: ферматационные аппараты.: учеб.пособие / А.Ю. Винаров и др.; под.ред. В.А. Быкова. – 2 изд. –М.: изд. Юрайт, 2018.- 278 с.
2. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. - 296 с. Адрес хранения ул. П. Корчагина, 22.
3. Семакина О.К. Машины и аппараты химической технологии, нефтехимии и биотехнологии: учебное пособие[Электронный ресурс]/ О.К.Семакина.- Издательство: Томский политехнический университет, 2014.- 93с. URL:https://e.lanbook.com/book/62926

Дополнительная литература

1. Сироткин А. С., Жукова В. Б. Теоретические основы биотехнологии: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А.С.Сироткин. - КГТУ,• 2010.- 87с. URL: http://www.knigafund.ru/books/185944

2. Шлейкин А.Г., Панова Н.Е. Мембранные процессы в биотехнологии [Электронный ресурс]/ А.Г. Шлейкин.- Издательство: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2013.- 49с. URL:https://e.lanbook.com/book/70900

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств»

Учебная лаборатория, оборудованная компьютерной техникой, мультимедийным проектором, для проведения лекционных и семинарских занятий.

Специализированная учебная лаборатория оборудованная микроскопом, ламинарным шкафом, вытяжным шкафом, весами и сушильный шкаф, , pH-метрами, фотоэлектроколориметрами. Специализированная межкафедральная лаборатория (кафедры «Аппаратурное оформление автоматизация технологических производств», ПАХТ) , оборудованные установками: «Изучение работы барабанного вакуум- фильтра для выделения биомассы», «Изучение работы рамного фильтр-пресса для удаления биомассы», «Изучение дезинтеграции твердых растительных материалов в конусной дробилке», «Изучение работы вибрационного питателя для подачи твердых сыпучих растительных сред», «Изучение работы растительной установки барабанного типа», «Теплообмен в псевдоожижженном слое при сушке готового

продукта». Студенты обеспечиваются методическими материалами перед выполнением лабораторной работы.

9. **Материально-техническое обеспечение дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств»**

Учебная лаборатории общего фонда, оборудованная компьютерной техникой, мультимедийным проектором, для проведения лекционных и семинарских занятий.

Специализированная учебная лаборатории кафедры ХимБиотех, кафедры ПАХТ, кафедры Студенты обеспечиваются методическими материалами перед выполнением лабораторной работы.

10.Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Прежде чем приступить к освоению курса студент должен внимательно изучить следующие документы:

1. Рабочая программа.
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.

Это позволит оценить объем предстоящей работы по изучению курса, рационально распределить время, ознакомиться с информационно-методическим обеспечением дисциплины и приобрести необходимые учебники и учебные пособия.

Обращаем внимание студента, что основными видами учебных занятий являются лекции и практические (лабораторные) занятия, посещение которых является обязательным. Тематика лекций указана в рабочей программе, что позволит предварительно ознакомиться с содержанием материала.

Лекции имеют цель:

- дать систематизированные основы научных знаний по курсу;
- сконцентрировать внимание на наиболее сложных узловых проблемных вопросах.

В процессе лекции целесообразно вести свой конспект, который позволит лучше усвоить курс и подготовиться к промежуточной и итоговой аттестации.

Практическая работа в лаборатории имеет цель ознакомить с правилами выполнения, дает возможность на практике проверить отдельные вопросы теории, глубже вникнуть в физическую сущность изучаемых явлений и получить навыки самостоятельной подготовки и проведения эксперимента. Перед выполнением лабораторных работ необходимо тщательно ознакомиться с теоретическими предпосылками по этим работам, изучив необходимый материал по соответствующим разделам курса и методическим указаниям по выполнению лабораторных работ.

11. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального обра-

зования по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» (уровень бакалавриата).

Изучение дисциплины должно базироваться на использовании поступающих в библиотеку периодических и непериодических изданий. С учетом этого разрабатываются содержание курса и основные методические рекомендации, соответствующие современному уровню знаний в области биотехнологических производств.

Информация о временном графике работ сообщается преподавателем на установочной лекции. Преподаватель дает указания также по организации самостоятельной работы студентов, выполнения лабораторных работ, практических занятий и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

В процессе чтения лекций преподаватель должен формировать у студентов системное представление об изучаемой дисциплине, как науке, формировать профессиональные интересы, воспитывать сознательное отношение к процессу обучения, стремление к самостоятельной творческой работе, всестороннему овладению специальностью. В лекциях необходимо использовать внутри- и междисциплинарные логические связи, знание фундаментальных и обще-профессиональных дисциплин, внедрять проблемные лекции, используя обратную связь с аудиторией.

Для организации изучения дисциплины рекомендуется использовать следующие средства: рекомендуемую основную и дополнительную литературу; учебную программу дисциплины; методические рекомендации к лабораторным работам.

Профессиональная подготовка бакалавров по данной дисциплине предполагает реализацию, разработку и применение современных образовательных технологий, выбор оптимальной стратегии преподавания и целей обучения, создание творческой атмосферы образовательного процесса; выявление взаимосвязей научно-исследовательского и учебного процессов в высшей школе.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств» по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» (бакалавр)

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Самостоятельной работы студентов						Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефер.	К/р	конс	Э	З
Введение. Предмет и задачи курса. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами, с курсовым и дипломным проектированием.	6	1	2			2									
Процессы и аппараты подготовительной стадии биотехнологического производства	6	1,2	4	4		8			+						
Лабораторная работа «Изучение дезинтеграции твердых растительных материалов в конусной дробилке»	6	3,4			6	6									
Лабораторная работа «Изучение работы вибрационного питателя для подачи твердых сыпучих растительных сред»	6	4,5			6	6									
Насосы, компрессоры для перемещения сырья и продуктов. Вспомогательное оборудование.	6	6	4	4		8			+						
Основное оборудование для выращивания и ферментации, его	6	7,8	12	4		16			+						

выбор и расчет															
Лабораторная работа «Изучение работы растительной установки барабанного типа»	6	9,10			6	6									
Аппаратурное оформление процессов разделения и очистки продуктов биотехнологических производств.	6	11	10	4		14			+						
Лабораторная работа «Изучение работы барабанного вакуум-фильтра для выделения биомассы»	6	12,13			6	6									
Лабораторная работа «Изучение работы рамного фильтр-пресса для удаления биомассы»	6	14			6	6									
Оборудование для хранения, фасовки готового продукта биотехнологических производств	6	16	4	2		6			+						
Лабораторная работа «Тепло-обмен в псевдоожижженном слое при сушке готового продукта»	6	17			6	6									
Форма аттестации														+	
Всего часов по дисциплине	180	18	36	18	36	90									

Зав. кафедрой ХимБиотех

/Т.И. Громовых /

Приложение 2
к Рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра: ХимБиотех

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Процессы м аппараты биотехнологических производств»

Направление подготовки 19.03.01 –

«Биотехнология»

Профиль: «Биотехнология»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения: очная

Составители:
Николайкина Н.Е.

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процессы и аппараты биотехнологических производств					
ФГОС ВО **19.03.01 «Биотехнология»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общекультурные и профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
Индекс	**Формулировка**				
ОК-7	**Способностью к самоорганизации и самообразованию**	**Знать:** - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности. **Уметь:** - планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления	лекция, самостоятельная работа, практические и семинарские занятия	УО	**Базовый уровень** - Демонстрирует знание содержания и особенностей процессов самоорганизации и самообразования, но дает неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального роста. Планируя цели деятельности с учетом условий их достижения, дает аргументированное обоснование соответствия выбранных способов выполнения деятельности намеченным целям. Демонстрирует возможность и обос-

		деятельности. **Владеть:** - технологиями организации процесса самообразования; способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.			нованность реализации приемов саморегуляции при выполнении деятельности в конкретных заданных условиях. **Повышенный уровень** - Владеет полной системой знаний о содержании, особенностях процессов самоорганизации и самообразования, аргументированно обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессионального и личностного развития. Готов и умеет формировать приоритетные цели деятельности, давая полную аргументацию принимаемым решениям при выборе способов выполнения деятельности. Демонстрирует обоснованный выбор приемов саморегуляции при выполнении деятельности в условиях неопределенности.
ПК-8	**Способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в**	**Знать:** - основные способы анализа состояния научно- технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований. **Уметь:**	лекция, самостоятельная работа, практические и семинарские занятия	УО, ,К/П	**Базовый уровень** - Понимает специфику подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований – Способен использовать основные спо-

	профессиональной деятельности	- использовать основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований. **Владеть:** - навыками и приемами подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований.			собы анализа состояния научно-технической проблемы с формулировкой основных задач. - Владеет основными навыками работы с литературными и патентными источниками. **Повышенный уровень**: - Способен сравнивать концепции авторов, аргументировано излагать материал по состоянию научно-технической проблемы. - Способен выделить характерный авторский подход при анализе литературных источников. - Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала литературных и источников по тематике исследований.
ПК-8а	**Владение основными методами и приемами проведения экспериментальных ис-**	**Знать:** - основные методы и приемы проведения биотехнологических исследований; **Уметь:** - самостоятельно выполнять ком-	лекция, самостоятельная работа, практические и семинарские занятия	УО, КП	**Базовый уровень:** - Знает методы и приемы проведения исследований в области биотехнологии; - Способен участвовать в проведении

	следований в своей профессиональной области	плекс биотехнологических приемов при выполнении экспериментальной технологической части; **Владеть**: - навыками самостоятельного регулирования условий и параметров процессов при проведении экспериментальных исследований.			экспериментальных исследований под руководством опытного специалиста. - Способен осуществлять регулирование условий и параметров процессов при проведении экспериментальных исследований, не обосновывая их необходимость и достаточность. *Повышенный уровень:* - Знает методы и приемы проведения исследований в области биотехнологии. - Готов самостоятельно выполнять весь комплекс биотехнологических приемов при выполнении экспериментальной технологической части. - Готов осуществлять обоснованный самостоятельный выбор и регулирование параметров процессов экспериментальных исследований.

ПК-9			лекция, самостоятельная работа, практические и семинарские занятия	УО, КП	**Базовый уровень:** - Знает методы и приемы проведения исследований в области биотехнологии; - Способен участвовать в проведении

					экспериментальных исследований под руководством опытного специалиста. - Способен осуществлять регулирование условий и параметров процессов при проведении экспериментальных исследований, не обосновывая их необходимость и достаточность. *Повышенный уровень:* - Знает методы и приемы проведения исследований в области биотехнологии. - Готов самостоятельно выполнять весь комплекс биотехнологических приемов при выполнении экспериментальной технологической части. - Готов осуществлять обоснованный самостоятельный выбор и регулирование параметров процессов экспериментальных исследований.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в Приложении 2 к РП.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Проектирование технологических линий»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Темы по разделам дисциплины
2	Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в	Темы индивидуальных курсовых проектов

.

Темы по разделам дисциплины для проведения устного опроса (текущего контроля)

Тема 1.

1.Принципиальная технологическая схема биотехнологических производств и

2.Основные типы процессов и аппаратов биотехнологический производств.

Тема 2. Процессы и аппараты подготовительной стадии биотехнологического производства

1. Назначение и сущность процесса стерилизации оборудования и питательной среды.

2. Характеристика процесса и оборудования для подготовки твердых питательных сред. Методы и устройства для герметизации аппаратуры и коммуникаций.

3. Насосы, воздуходувки и компрессоры для перемещение газов и жидкостей по трубопроводам.

Тема 3.Основное оборудование для выращивания и ферментации

1.Биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах.

2.Процессы поверхностного и глубинного культивирования микроорганизмов. Их особенности, достоинства и недостатки.

Тема 4. Аппаратурное оформление процессов разделения и очистки продуктов биотехнологических производств.

1. Биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие на стадиях выделения и очистки целевого продукта.

2. Аппаратурное оформление процесса отделение биомассы из растворов

Тема 5.Оборудование для хранения, транспортировки готового продукта биотехнологических производств

1. Оборудование для фасовки и упаковки готовой продукции.

Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену

1.Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств

2.Оборудование для измельчения сырья для биотехнологических процессов. Примеры конструкций дробилок.

3. Оборудование для измельчения сырья для биотехнологических процессов. Примеры конструкций дезинтеграторов

4.Конструкции аппаратов для грубой очистки газов: циклоны и масляные фильтры

5.Методика расчета циклонов для улавливания готового продукта после сушилок (пневмотранспорта)

6.Подготовительная стадия производства. Очистка воздуха. Фильтры конструкции «Лайк», методика расчета.

7. Подготовительная стадия биотехнологического производства. Стерилизация твердых сред. Конструкция ленточно-конвейерных стерилизаторов.

8. Методика расчета количества пара, подаваемого на стерилизацию твердых питательных сред (на примере отрубей).

9.Теплообменники для нагрева и охлаждения питательных сред. Конструкция и методика расчета спирального теплообменника.

10. Теплообменники для нагрева и охлаждения питательных сред. Конструкция и методика расчета пластинчатого теплообменника.

11. Теплообменники для нагрева и охлаждения питательных сред. Конструкция и методика расчета кожухотрубчатого теплообменника.

12.Классификация оборудования для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах. Конструкции растительных камер с горизонтально и вертикально расположенными кюветами. Достоинства и недостатки.

13.Конструкция конвейерной растительной установки для поверхностного выращивания культур.

14.Конструкции колонных аппаратов для выращивания микроорганизмов на твердых питательных средах. Их достоинства и недостатки.

15. Конструкции растительных установок барабанного типа. Достоинства и недостатки.

16. Конструкции ферментеров с перемешивающими устройствами. Достоинства и недостатки. Методика расчета.

17. Конструкции (схемы) биореакторов с различными методами подвода энергии. Достоинства и недостатки.

18. Конструкции барботажных ферментеров. Типы барботеров. Расчет мощности пневматического перемешивания.

19. Применение метода выпаривания для концентрирования продуктов биосинтеза. Примеры конструкций аппаратов, методика расчета.

20. Методы сушки продуктов биотехнологичесикх производств. Примеры конструкций распылительных и вакуумных сушилок.

21. Примеры конструкций барботажно-эрлифтных ферментеров. Достоинства и недостатки.

22. Методы обратного осмоса и ультрафильтрации в биотехнологии. Примеры конструкций и методики подбора оборудования.

23. Методы разделения жидкости и биомассы. Фильтрация. Конструкции барабанных фильтров. Методика расчета.

24. Методы разделения жидкости и биомассы. Фильтрация. Конструкции рамных фильтров. Методика расчета.

25. Методы разделения жидкости и биомассы. Центрофугирование. Примеры конструкций. Расчет фактора разделения.

26. Методы регулирования пенообразования в ферментерах.

27. Механические методы пеногашения в ферментерах. Примеры конструкций устройств для пеногашения.

28. Фотобиореактора. Область применения. Варианты конструкций.

29. Критерии выбора и оценка эффективности работы биореактора. Влияние условий культивирования на тепловыделение.

30. Методы оценки массообменных характеристик ферментеров. Определение массопередачи кислорода в процессе аэробной ферментации.

31. Методика оценки теплового эффекта процесса ферментации.

32. Примеры конструкций мешалок для ферментеров. Методы уплотнения валов ферментеров.

33. Электродиализная установка для очистки растворов. Область применения.

34. Примеры конструкций газлифтных ферментеров. Достоинства и недостатки.

35. Методы разделения жидкости и биомассы. Процессы флотации и флокуляции. Оборудование. Достоинства и недостатки.

36. Методы выделения целевого продукта из растворов. Осаждение и экстракция. Аппаратурное оформление. Достоинства и недостатки.

37. Методы выделения целевого продукта из растворов: ионный обмен и кристаллизация. Аппаратурное оформление. Достоинства и недостатки.

38. Методы разделения жидкости и биомассы. Процессы сепарирование. Аппаратурное оформление. Достоинства и недостатки.

39. Насосы. Методика подбора оборудования. Вспомогательное оборудование. Перемещение жидкостей по трубопроводам.

40. Воздуходувки и компрессоры. Методики подбора оборудования. Вспомогательное оборудование. Перемещение газов по трубопроводам.

Примеры экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра «Химбиотех»
Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологических производств»

Образовательная программа 19.03.01
Курс 3, семестр 6

Билет № 1

1.Примеры конструкций барботажных ферментеров. Типы барботеров. Расчет мощности пневматического перемешивания.
2.Методика расчета циклонов для улавливания готового продукта (дрожжей) после пневмотранспорта.

Утверждено на заседании кафедры ХимБиотех
Протокол № от _____2021___

Заведующий кафедрой ХимБиотех _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра «Химбиотех»
Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологических производств»

Образовательная программа 19.03.01
Курс 3, семестр 6

Билет № 2

1. Классификация оборудования для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах. Конструкции растительных камер.
2. Теплообменники для нагрева и охлаждения питательных сред. Конструкция и методика расчета кожухотрубчатого теплообменника.

Утверждено на заседании кафедры ХимБиотех
Протокол № от _____2021___

Заведующий кафедрой ХимБиотех _____

Вариант № 1

задания на курсовой проект по дисциплине

«Процессы и аппараты биотехнологический производств»

Рассчитать и подобрать стандартизированный теплообменник, включенный в установку непрерывного нагрева (охлаждения) жидких сред для обработки *G* кг/ч раствора вещества, содержащего взвешенные частицы. Начальная температура раствора $t_1\ ^0C$, конечная - $t_2\ ^0C$. Допустимые потери давления рабочей среды в теплообменнике *P Па*. Давление рабочей среды в состоянии теплообмена *p Па*. Определить толщину стенки корпуса аппарата.

№ варианта	Назначение и тип аппарата		$Gx10^{-3}$, кг/ч	$t_1\ ^0C$	$t_2\ ^0C$	$px10^{-5}$, *Па.*	$Px10^{-5}$,*Па*	Рабочая среда
1.1	Холодильник	Спиральный	30	90	40	1,5	0,2	Этиловый спирт
1.2	Холодильник	Кожухотрубный	16	100	35	3,0	0,25	Метиловый спирт
1.3	Нагреватель	Пластинчатый	7	2	90	1,8	0,3	Фруктовый сок (2%)
1.4	Нагреватель	Пластинчатый	5	23	85	1,2	0,25	Томатный сок (10%)
1.5	Нагреватель	Кожухотрубный	7	20	70	1,2	0,12	Вода
1.6	Холодильник	Спиральный	40	70	20	1,6	0,3	Лимонная кислота

Графическая часть: общий вид – 1 л., узлы аппарата – 1 л.

Литература

1. Машины и аппараты химических производств/ Под ред. Чернобыльского – М.: Машиностроение, 1975. – 456 с.
2. Машины и аппараты химических производств: примеры и задачи. / Под ред. В.Н. Соколова _ Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.
3. А.С. Тимонин Основы конструирования и расчета химико-технологического оборудования: Справочник – Калуга: изд. Н. Бочкаревой, т.2, 2002. – 1028 с.

Вариант № 2
задания на курсовой проект по дисциплине
«Процессы и аппараты биотехнологический производств»

Рассчитать и подобрать стандартизированный аппарат заданного объема. Рассчитать перемешивающее устройство и подобрать к нему мотор-редуктор по исходным данным, приведенным в таблице. Рассчитать толщину стенки аппарата. Среда в аппарате не коррозионная, не взрывоопасная.

№	V, $м^3$	P, МПа	C, %	σ, мм	$\rho_ж$, $кг/м^3$	$\rho_т$, $кг/м^3$	μ х 10^3, Па х с	Тип мешалки
2.1	8,0	0,2	55	1,0	1300	5700	1,5	Турбинная открытого типа
2.2	3,0	0,15	45	0,1	980	2300	4,6	Трехлопастная
2.3	4,5	0,3	70	2,0	900	1400	3,3	Турбинная закрытого типа
2.4	2,0	0,1	20	1,2	1020	1800	1,6	Лопастная
2.5	5,0	0,25	30	0,7	1100	1500	1,8	Турбинная открытого типа
2.6	10,0	0,2	10	0,5	1000	1300	2,0	Лопастная

Обозначения: V – номинальный объем сосуда; P – давление в аппарате; c – концентрация твердой фазы в аппарате; σ – размер твердых частиц; $\rho_ж$ – плотность жидкости; $\rho_т$ - плотность твердых частиц; μ - вязкость жидкости

Графическая часть: общий вид – 1 л., узлы аппарата – 1 л.

Литература

1. Машины и аппараты химических производств/ Под ред. Чернобыльского – М.: Машиностроение, 1975. – 456 с.
2. Машины и аппараты химических производств: примеры и задачи. / Под ред. В.Н. Соколова _ Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.
3. А.С. Тимонин Основы конструирования и расчета химико-технологического оборудования: Справочник – Калуга: изд. Н. Бочкаревой, т.2, 2002. – 1028 с.

Задание №3

Рассчитать и подобрать циклон (групповой циклон) заданной производительности для разгрузки после системы пневмотранспорта целевых продуктов отделения сушки в производстве дрожжей (или белково-витаминных концентратов) по исходным данным, приведенным в таблицах №1 и №2.

Обозначения: V - объемный расход газов (при нормальных условиях); t – температура газов; P – разрежение перед циклоном; Z – концентрация пыли на входе в циклон; d_m – медианный диаметр частиц пыли; $lg\sigma_ч$ – среднеквадратичное отклонение размеров частиц пыли; $lg\sigma_\eta$ - среднеквадратичное отклонение в функции распределения фракционных коэффициентов улавливания частиц; $\rho_ч$ – плотность пыли; η – эффективность пылеулавливания.

Графическая часть: общий вид – 1 л.

Таблица №1 Параметры газов

№ варианта	V, $нм^3/ч$	t, ^0C	P, Па	η, не менее	Рабочая среда
3.1	12000	95	-100	0,95	Кормовые дрожжи
3.2	8000	60	- 160	0,96	Антибиотик бацитрацин
3.3	10000	80	-200	0,96	Кормовые дрожжи
3.4	30000	75	-100	0,95	Антибиотик бацитрацин
3.5	25000	85	-150	0,94	Кормовые дрожжи
3.6	51000	80	-280	0,97	Антибиотик бацитрацин

Таблица №2 Параметры пыли

№ варианта	Z, $г/нм^3$	d_m, мкм	$lg\sigma_ч$	$lg\sigma_\eta$	$\rho_ч$, $кг/м^3$
3.1	150	20	0,30	0,32	5700
3.2	200	15	0,35	0,36	5400
3.3	250	30	0,30	0,32	5100

3.4	120	25	0,30	0,32	2700
3.5	180	28	0,35	0,36	3400
3.6	200	35	0,30	0,32	2100

Графическая часть: общий вид – 1 л., узлы аппарата – 1 л.

Литература:

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию. Под общ. ред. А.А. Русанова. М., Энергоатомиздат, 1983.
2. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. «Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы» М., МГУИЭ, 2008.
3. А.С. Тимонин Основы конструирования и расчета химико-технологического оборудования: Справочник – Калуга: изд. Н. Бочкаревой, т.2, 2002. – 1028 с.
4. Андрианов Е.И., Вальдберг А.Ю. «Оптимизация решений по сухому отводу пыли из газоочистных аппаратов. Химическое и нефтегазовое машиностроение», 1998, №7, с. 44-46.
5. А.С. Тимонин Основы конструирования и расчета химико-технологического оборудования: Справочник – Калуга: изд. Н. Бочкаревой, т.2, 2002. – 1028 с.

Задание №4

Рассчитать и спроектировать высокоскоростной волокнистый туманоуловитель с эффективностью улавливания капель тумана не ниже 0,95 на основании данных, приведенных в таблице.

Обозначения: V – объемный расход газов при нормальных условиях; p – абсолютное давление газов перед туманоуловителем; t - температура газов; d_m - медианный диаметр капель тумана; $lg\sigma_к$ – среднеквадратичное отклонение размеров капель; $\rho_к$ - плотность капель; z - концентрация капель тумана на входе в туманоуловитель; $lg\sigma_n$ – стандартное отклонение в функции распределения фракционной эффективности

Таблица №1 Параметры дымовых газов

№ варианта	V, $нм^3/ч$	t, ^0C	d_m, мкм	$lg\sigma_к$	$lg\sigma_n$	$\rho_ч$, $кг/м^3$	Z, $мг/м^3$	Пористость фильтра, $м^3/м^3$	$d_в$, мкм
4.1	20480	40	1,5	0,35	0,37	1200	220	0,80	40
4.2	10128	85	1,2	0,30	0,32	880	150	0,75	35
4.3	15000	60	1,3	0,35	0,37	920	130	0,85	50
4.4	12000	50	1,2	0,30	0,32	1200	190	0,90	55
4.5	10000	90	2,0	0,28	0,30	980	100	0,95	50
4.6	16000	70	1,0	0,32	0,35	1000	80	0,98	45

Графическая часть: общий вид – 1 л., узлы аппарата – 1 л.

Литература :

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию. Под общ. ред. А.А. Русанова. М., Энергоатомиздат, 1983г.
2. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. «Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы» М., МГУИЭ, 2004 г.

3. Вальдберг А.Ю., Мошкин А.А., Каменщиков И.Г. «Образование туманов и каплеулавливание в системах очистки газов» ОАО «НИОГАЗ», М., 2003г.
4. А.С. Тимонин Основы конструирования и расчета химико-технологического оборудования: Справочник – Калуга: изд. Н. Бочкаревой, т.2, 2002. – 1028 с.