Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Факультет биоинженерии и биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана факультета биоинженерии
и биоинформатики МГУ
_____ / А.А. Замятнин /
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

«Процессы и аппараты химических технологий»

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки:

33.04.01 «Промышленная фармация»

Направленность (профиль) образовательной программы:

«Фармацевтическая разработка»

Форма обучения:

очная

Рассмотрено и одобрено Учёным советом факультета
биоинженерии и биоинформатики МГУ
(протокол № 12 от «13» 11 2024 г.)

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования (ОПОП ВО) – программ магистратуры по направлению подготовки 33.04.01 «Промышленная фармация», утвержденным приказом МГУ от 8 сентября 2023 г. № 1180.

Год (годы) приема на обучение: 2025, 2026.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина (модуль) «Процессы и аппараты химических технологий» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору), раздел учебного плана – Блок 1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина реализуется на 1-м курсе в 1-м семестре.

Дисциплина по выбору осваивается в пределах соответствующего блока учебного плана.

Цель освоения дисциплины: формирование навыков выбора и предварительного расчета аппаратов фармацевтического производства на основе материальных и тепловых балансов.

Задачи дисциплины:

– Освоить: балансы и размерности.

– Освоить: гидромеханические процессы.

– Освоить: теплообмен.

– Освоить: массообмен.

– Освоить: разделение и сушка.

– Освоить: масштабирование и gmp.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Знания предшествующего уровня высшего образования по химии, биологии и математике. Входная диагностика проводится на первом занятии; специальный производственный опыт не требуется.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Специализированные компетенции МПК приведены по реестру магистерской программы «Фармацевтическая разработка». Действия по дисциплине раскрывают вклад дисциплины в освоение компетенции; отдельные коды индикаторов МПК не вводятся.

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ПК-4. Способен осуществлять разработку, ведение, сопровождение и совершенствование технологического процесса промышленного производства лекарственных средств	ИД-ПК-4.1. Разрабатывает технологический процесс и технологическую документацию на производство лекарственных средств	**Знает:** закономерности гидродинамики, тепло- и массообмена **Умеет:** составлять балансы и выбирать тип аппарата **Владеет:** методами инженерного обоснования технологической схемы

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
МПК-1. Способность проводить работы по ранней разработке лекарственных средств, в том числе компьютерному моделированию взаимодействия прототипа лекарства с мишенью, скринингу, биотестированию	Оцениваемое действие по дисциплине: исследовать влияние технологических параметров на материал для биотестирования.	**Знает:** методы и ограничения, необходимые для решения комплексной задачи по дисциплине **Умеет:** исследовать влияние технологических параметров на материал для биотестирования **Владеет:** навыками обоснования решения, документирования результатов и оценки ограничений
МПК-4. Умение применять полученные знания и навыки для научных исследований в сфере выявления новых мишеней и перспективных кандидатов в лекарственные препараты	Оцениваемое действие по дисциплине: исследовать влияние технологических параметров на материал для биотестирования.	**Знает:** методы и ограничения, необходимые для решения комплексной задачи по дисциплине **Умеет:** исследовать влияние технологических параметров на материал для биотестирования **Владеет:** навыками обоснования решения, документирования результатов и оценки ограничений

4. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 академических часов), в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, и 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет в 1-м семестре.

Вид учебной работы	Всего, ак. ч	Семестр 1
Контактная работа, всего	**36**	**36**
в т.ч. занятия лекционного типа	18	18
в т.ч. лабораторные занятия	0	0
в т.ч. практические занятия	18	18
в т.ч. семинары	0	0
Самостоятельная работа обучающегося	36	36
Форма промежуточной аттестации	**–**	**зачет**
Общая трудоемкость, ак. ч / з.е.	72 / 2	72 / 2

Часы промежуточной аттестации отдельно не выделяются; дополнительная нагрузка сверх общей трудоемкости дисциплины не вводится.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам)

Тема / раздел	Лек.	Лаб.	Практ.	Сем.	СРС	Всего	Контроль
Тема 1. Балансы и размерности	3	0	3	0	6	12	практическое задание
Тема 2. Гидромеханические процессы	3	0	3	0	6	12	практическое задание
Тема 3. Теплообмен	3	0	3	0	6	12	практическое задание
Тема 4. Массообмен	3	0	3	0	6	12	практическое задание

Тема / раздел	Лек.	Лаб.	Практ.	Сем.	СРС	Всего	Контроль
Тема 5. Разделение и сушка	3	0	3	0	6	12	практическое задание
Тема 6. Масштабирование и GMP	3	0	3	0	6	12	практическое задание; комплексный кейс
Итого, семестр 1	**18**	**0**	**18**	**0**	**36**	**72**	**зачет**

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
1	Тема 1. Балансы и размерности	Стационарные и нестационарные балансы, выход, степень превращения. Практикум: баланс выделения АФС.
2	Тема 2. Гидромеханические процессы	Режимы течения, число Рейнольдса, насосы и гидросопротивление. Смешение и суспензии.
3	Тема 3. Теплообмен	Теплопередача, движущая сила, рубашечные реакторы и теплообменники. Практикум расчета поверхности.
4	Тема 4. Массообмен	Экстракция, абсорбция, перегонка, равновесие фаз и ступени разделения. Выбор растворителя.
5	Тема 5. Разделение и сушка	Фильтры, центрифуги, мембраны, сушилки. Удельное сопротивление осадка, конечная влажность.
6	Тема 6. Масштабирование и GMP	Подобие, критерии масштабирования, материалы, очистка и зоны удержания продукта. Проект схемы выделения. Комплексное задание: Для биотестирования нужна растворимая фракция нового соединения после кристаллизации. При изменении режима охлаждения меняются выход и размер частиц. Предложите исследовательский план получения сопоставимого материала.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется в формах: практические задания, тестирование, решение кейсов и защита мини-проекта. Полный комплект оценочных материалов с ключами и эталонами ответов приведен в Фонде оценочных средств по дисциплине (отдельный документ). Примеры заданий:

1. Единица коэффициента теплопередачи в СИ?
а) кг/м³; б) Вт/(м²·К); в) Па·с; г) моль/л

2. Критерий режима течения?
а) R^2; б) pKa; в) Re; г) pH

3. Что является движущей силой теплообмена?
а) Номер серии; б) Разность температур; в) Масса упаковки; г) Название аппарата

Пример ситуационной задачи: Нагреть 100 кг водного раствора от 20 до 60 °C, ср=4 кДж/(кг·К), потери 10% от полезной теплоты. Рассчитайте потребность.

Примерные темы докладов (рефератов, эссе, проектов):

1. Подготовьте обоснованный проектный отчёт: Нагреть 100 кг водного раствора от 20 до 60 °C, ср=4 кДж/(кг·К), потери 10% от полезной теплоты. Рассчитайте потребность.

6.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в 1-м семестре проводится в форме: зачет (по результатам текущего контроля и собеседования по вопросам к зачету).

Примерный перечень вопросов к промежуточной аттестации:

1. Как различить выход и степень превращения?
2. Какие данные нужны для выбора насоса?
3. Как рассчитывается тепловая нагрузка без фазового перехода?
4. Что определяет эффективность экстракции?
5. Почему увеличение давления не всегда пропорционально ускоряет фильтрацию?
6. Почему нельзя одновременно сохранить все критерии подобия?
7. Раскройте тему: Балансы и размерности
8. Раскройте тему: Гидромеханические процессы
9. Раскройте тему: Теплообмен
10. Раскройте тему: Массообмен
11. Раскройте тему: Разделение и сушка
12. Раскройте тему: Масштабирование и GMP
13. Обоснуйте план решения комплексной задачи по МПК из раздела 4.3 ФОС и ограничения предлагаемых выводов.

6.3. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Для оценивания результатов обучения по дисциплине используется шкала, соотнесенная с индикаторами достижения компетенций. При промежуточной аттестации в форме зачета оценка «зачтено» соответствует уровням «удовлетворительно», «хорошо», «отлично», оценка «не зачтено» – уровню «неудовлетворительно».

Результат обучения	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Знания	Отсутствие знаний или фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений или частично освоенное умение	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение	Успешное и систематическое умение
Навыки (владение, опыт деятельности)	Отсутствие навыков или фрагментарное применение	В целом успешное, но не систематическое применение	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение	Успешное и систематическое применение

7. Ресурсное обеспечение

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Касаткин,Андрей Георгиевич. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. для вузов / А. Г. Касаткин - Изд. 15-е, стер. Перепеч. с 9-го изд. 1973 г.. М. : Альянс, 2009. URL: https://nbmgu.ru/order/storing.aspx?uid=2c3b4b07-0758-40b6-9885-e559c05a758f&cat=BOOK&db=BOOK. НБ МГУ: Шифр: 5Ф, К-280.

Дополнительная литература:

1. Дополнительные материалы: относящиеся к темам дисциплины документы и руководства, перечислены ниже:

Нормативные правовые акты и руководства:

1. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 3 ноября 2016 г. № 77 "Об утверждении Правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза [Электронный ресурс]. URL: http://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01411921/cncd_21112016_77.
2. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 8 июня 2021 г. № 11 "О руководстве по трансферу технологий и (или) аналитических методик при производстве лекарственных средств [Электронный ресурс]. URL: http://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01429576/err_10062021_11.

Библиотечные издания используются в соответствии с правилами доступа НБ МГУ. Электронные нормативные документы и открытая учебная документация выделены отдельно; сведения об источниках и условиях доступа включены в реестр ресурсного обеспечения.

7.2. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– Каталог Научной библиотеки МГУ: https://nbmgu.ru/search/

– Акты ЕАЭС в сфере лекарственных средств: https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/formirovanie-obshchikh-rynkov/akty-v-sfere-ls.php

7.3. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения

Операционная система, офисный пакет (МойОфис / LibreOffice), браузер, программа просмотра PDF, система видеоконференцсвязи, электронная образовательная среда факультета.

7.4. Описание материально-технической базы

Требования к условиям реализации дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная мультимедийным проектором, экраном, компьютером с выходом в сеть Интернет. Помещение для самостоятельной работы обучающихся с компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет и обеспечивающей доступ в электронную информационно-образовательную среду МГУ.

8. Язык преподавания

Русский.

9. Преподаватель (преподаватели)

Макаренков Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук

10. Разработчик (разработчики) программы

ФИО, ученая степень, должность, подразделение:
Макаренков Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук

Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

Методические рекомендации и условия для лиц с ОВЗ

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов формы проведения текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с использованием электронной информационно-образовательной среды); при необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.