

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета
А.С. Князев А.С. Князев

«*26*» *августа* 20*22* г.

Рабочая программа дисциплины

Процессы и аппараты биотехнологии

по направлению подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.В.ДВ.07.14

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.С. Князев А.С. Князев

Председатель УМК

В.В. Хасанов В.В. Хасанов

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения;

– ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности;

– ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Приобретает систематические теоретические и практические знания в избранной области химии или смежных наук, анализирует возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных теорий, осмысливает и делает обоснованные выводы из научной и учебной литературы.;

ИОПК-3.3. Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием;

ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов;

ИПК-1.3. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках, применяя взаимодополняющие методы исследования.

2. Задачи освоения дисциплины

– получить знания в области технологических процессов биотехнологии;

– изучить классификацию, назначение, принцип действия и устройства аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии;

– овладеть методами расчетов технологических процессов и аппаратов биотехнологии;

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в модуль Дисциплины (модули) по выбору 7(ДВ.7).

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 3, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Органическая химия», «Химическая технология», полученные в рамках обучения по программе бакалавриата.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 12 ч.;

– практические занятия: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Введение в курс «Процессы и аппараты биотехнологии»

Закономерности протекания процессов биотехнологии. Предмет и задачи дисциплины. Классификация основных процессов биотехнологии. Понятие о движущей силе процесса. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам. Требования, предъявляемые к материалам. Научные основы протекания процессов. Принцип оптимизации процессов.

Тема 2. Механические процессы

Измельчение. Теоретические основы измельчения. Конструкции и работа основных типов измельчающих машин. Процессы сортирования. Классификация способов сортирования. Аппараты для сортирования. Процессы обработки материалов давлением (прессование). Классификация процессов прессования. Отжатие жидкости из твердого материала. Формование пластического материала. Уплотнение сыпучего материала брикетирование, гранулирование.

Тема 3. Гидромеханические процессы

Виды неоднородных систем. Классификация процессов разделения. Осаждение (отстаивание) под действием силы тяжести. Осаждение под действием центробежной силы. Аппараты для отстаивания и осаждения. Процессы фильтрования. Общие сведения. Типы фильтрования. Виды фильтрующих перегородок. Оборудование для фильтрования. Фильтры. Центрифуги. Мембранные процессы. Теоретические основы процесса разделения на полупроницаемых мембранах. Характеристика мембран. Мембранные аппараты.

Тема 4. Теплообменные процессы

Теория теплообмена. Классификация тепловых процессов и виды теплоносителей. Нагревание и охлаждение. Основы теплопередачи. Теплопроводность. Конвекция и конвективный обмен. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов, типы конструкций и методики расчёта теплообменных аппаратов. Выпаривание и выпарные аппараты. Способы выпаривания. Выпарные аппараты.

Тема 5. Массообменные процессы

Классификация процессов массопередачи. Основное уравнение массопередачи. Механизм процесса массопередачи. Расчеты массообменных аппаратов. Массообменные аппараты. Сорбционные процессы. Классификация сорбционных процессов. Перегонка и ректификация. Теоретические основы процессов. Простая и сложная перегонка. Ректификационные аппараты. Экстракция. Методы экстракции. Экстрагирование в системе «Твердое тело–жидкость». Экстракция в системе «жидкость–жидкость». Экстракторы. Сушка. Формы связи влаги с материалом. Процесс сушки. Способы сушки, реализуемы в сушилках. Классификация сушилок. Основные типы сушилок. Кристаллизация и растворение. Общие сведения. Способы кристаллизации. Кристаллизаторы. Растворение – общие понятия.

Тема 6. Ферментационные процессы

Основные понятия. Роль микроорганизмов в промышленных производствах. Отличительные особенности биотехнологических производств и их продуктов.

Ферментативные реакции и свойства ферментов. Стадии микробиологического производства: предферментационная, ферментационная и постферментационная и основные технологические процессы. Понятие об асептике. Пастеризация и стерилизация. Теоретические основы процессов. Способы стерилизации сред, воды, воздуха. Оборудование для стерилизации. Основные процессы при приготовлении питательных субстратов. Способы культивирования микроорганизмов – поверхностное и глубинное, периодическое, непрерывное, полупериодическое, их технологические особенности. Оборудование для культивирования микроорганизмов: основные типы ферментеров, их классификация, конструкции и характеристики. Процессы мойки и стерилизации ферментеров, сохранение асептики. Термостатирование и пеногашение. Процессы постферментационной стадии. Оборудование для выделения, очистки, концентрирования конечных продуктов. Особенности сушки биологически активных веществ и клеток и оборудование для сушки. Процессы утилизации и обезвреживания отходов производства.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущая аттестация по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты лабораторных работ, рефераты, тестирования).

Примеры тем для выполнения реферата:

1. История возникновения и формирования биотехнологических процессов и аппаратов.
2. Оборудование для биотехнологических производств.
3. Основы мембранной технологии. Мембранные аппараты.
4. Сущность процесса фильтрации. Оборудование для фильтрации – устройство и принцип действия.
5. Основы теплопередачи. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.
6. Выпаривание. Виды и устройство выпарных установок.
7. Методы экстракции. Аппараты для экстракции.
8. Кристаллизация и растворение. Способы кристаллизации. Устройство и принцип действия кристаллизации.
9. Сорбционные процессы. Абсорберы и адсорберы – устройство и принцип действия.
10. Сушка. Устройство и принцип работы сушилок.
11. Ферментация. Устройство и принцип действия оборудования для ферментации.
12. Пастеризация и стерилизация. Оборудование для пастеризации и стерилизации – устройство и принцип работы.

Примеры тестовых заданий:

1. Процессом измельчения называется:
 - а) процесс разделения твердых тел на части под действием механических сил или тепла;
 - б) придание твердому телу определенной формы;
 - в) процесс изменения формы твердого тела при деформации.
2. Перечислите типы дробления в зависимости от размера кусков.
 - а) крупное, среднее, мелкое;
 - б) крупное, среднее, мелкое, тонкое, коллоидный размол;
 - в) крупное, мелкое, коллоидное дробление.
3. Чему равна полезная работа в процессе дробления?
 - а) сумме работы, затрачиваемой на деформацию и работы затрачиваемой на образование новой поверхности;
 - б) соответствует работе затрачиваемой на деформацию твердого тела;

- в) соответствует работе, затрачиваемой на образование новых поверхностей.
4. Какой процесс получил название «дробление»?
- а) уменьшение куска и придание ему определенной формы;
 - б) придание куску определенной формы;
 - в) уменьшение размера куска твердого тела, без придания ему определенной формы.
5. Как классифицируются теплообменные аппараты по тепловому режиму?
- а) периодического действия и непрерывного;
 - б) непрерывного стационарного процесса;
 - в) периодического нестационарного процесса.
6. Дайте определение процессу теплопередачи:
- а) сложный процесс при непосредственном контакте теплоносителей;
 - б) сложный теплообмен между твердой поверхностью и окружающей средой;
 - в) сложный процесс переноса теплоты между двумя подвижными средами, разделенными твердой поверхностью;
7. Какие теплообменные аппараты получили название кожухотрубных?
- а) аппараты, имеющие двойные цилиндрические, сферические или плоские стенки;
 - б) многотрубный теплообменник, в котором пучок труб помещен в цилиндр;
 - в) вид змеевика, погруженный в сосуд с жидкостью.
8. Дайте определение конвективному теплообмену (теплоотдаче):
- а) теплообмен между двумя подвижными средами;
 - б) сложный теплообмен между твердой поверхностью тела и окружающей средой;
 - в) сложный теплообмен между двумя подвижными средами при наличии твердой разделяющей перегородки.
9. Основное уравнение теплоотдачи Ньютона-Рихмана имеет вид:
- а) $Q = \alpha F \Delta t$, Вт
 - б) $Q = -\lambda F \text{grad } t$, Вт
 - в) $Q = KF\Delta t$, Вт
10. Дайте физический смысл коэффициенту теплопередачи (K).
- а) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности в единицу времени при разности температур между теплоносителями в один градус;
 - б) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности при температурном градиенте равном единице;
 - в) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности в единицу времени.
11. Запишите основное уравнение сложного процесса теплопередачи.
- а) $Q = q \cdot F$, Вт;
 - б) $q = Q/F$, Вт;
 - в) $Q = K \cdot F \cdot \Delta t$, Вт
12. Какие процессы получили название массообменных процессов?
- а) процессы, связанные с удалением влаги из твердых, жидких или газообразных веществ;
 - б) процессы, связанные с переносом вещества из одной фазы в другую в различных агрегатных состояниях;
 - в) процессы, связанные с конденсацией паров отдельных веществ.
13. Какой процесс получил название – адсорбция?
- а) извлечение из твердых или жидких веществ отдельных компонентов;
 - б) переход вещества из твердого состояния в жидкую или газообразную форму;
 - в) избирательное поглощение газов, паров или растворимых в жидкости веществ на поверхности раздела фаз или в объеме пор твердого тела.
14. Дайте определение процессу – абсорбция.
- а) поглощение отдельных компонентов вещества растворителями;
 - б) поглощение газов или паров жидкими поглотителями;

- в) поглощение газов или паров пористыми материалами.
15. Дайте определение процессу сушки:
- а) извлечение влаги из твердых материалов;
 - б) извлечение влаги из газообразных и жидких сред;
 - в) удаление влаги из влажных твердых, жидких и пастообразных материалов путем ее испарения.
16. Назовите этапы сушки материала.
- а) перемещение влаги к наружной поверхности материала, испарение в окружающую среду;
 - б) парообразование в толще материала с последующим испарением в окружающую среду;
 - в) перемещение влаги к наружной поверхности материала, парообразование, перемещение пара от наружной поверхности в окружающий воздух.
17. Какая технологическая схема массообменного аппарата наиболее выгодна?
- а) прямоточная;
 - б) противоточная;
 - в) с поперечным током компонентов.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет по курсу «Процессы и аппараты биотехнологии» проводится в форме устного опроса студентов, проверяющего освоение компетенций ИОПК-1.1., ИОПК-3.3., ИПК-1.2., ИПК-1.3.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено» или «не зачтено».

Примерные вопросы для зачета:

1. Сформулируйте закон сохранения массы и энергии;
2. Законы равновесия системы: принцип Ле-Шателье и правило Гиббса;
3. Принцип движущей силы для тепловых, массообменных, гидродинамических процессов;
4. Классификация процессов: по техническому признаку, по изменению параметров процесса во времени, по кинетическим закономерностям;
5. Сформулируйте задачи и критерии оптимизации технологического процесса;
6. Понятие о подобии величин. Первая и вторая теоремы подобия;
7. Режимы движения жидкости, факторы, определяющие вид движения;
8. Виды и характеристика дисперсных систем;
9. Основы процесса перемешивания, типы механических мешалок;
10. Отстаивание жидкости под действием гравитационного поля. Отстойники – принцип действия, классификация;
11. Основы осаждения под действием центробежных сил;
12. Физическая основа фильтрования, факторы, влияющие на процесс, виды Фильтрования;
13. Оборудование для процесса фильтрования – устройство и принцип действия (на примере);
14. Основы процесса перемешивания;
15. Способы перемешивания и аппараты, применяемые для перемешивания;
16. Мембранные методы разделения жидких систем;
17. Сущность процесса обратного осмоса;
18. Аппараты для проведения мембранных процессов;
19. Разновидности процесса измельчения: дробление, резание;
20. Классы и способы измельчения, основные характеристики процесса;
21. Устройство, принцип действия, общие требования и основные расчетные характеристики дробилок;

22. Сортирование по размерам частиц (просеивание): физическая сущность процесса. Классификация сит, основные расчетные характеристики;
23. Сущность процесса прессования, виды прессования: отжатие, формование и штамповка, собственно прессование и брикетирование, экструзия, основные характеристики процесса;
24. Особенности процессов теплоотдачи и теплопередачи в аппаратах пищевых производств;
25. Основные расчетные уравнения процессов переноса тепловой энергии: теплопроводности, конвекции, излучения, теплоотдачи и теплопередачи;
26. Определение расчетных температур теплосистемы и температурного напора;
27. Классификация, конструкции, принцип действия теплообменных аппаратов;
28. Основы теплового расчета теплообменников поверхностного типа;
29. Основы массопередачи. Классификация массообменных процессов;
30. Основные уравнения массопередачи. Основные законы массопередачи: закон Фика и основной закон массоотдачи Щукарева;
31. Сущность процесса адсорбции. Виды адсорбентов и основные требования предъявляемые к ним;
32. Классификация адсорберов, конструкция и принцип действия (на примере);
33. Основы процесса абсорбции. Виды абсорберов;
34. Особенности процесса сушки, материальные и тепловые балансы сушки;
35. Классификация процесса сушки, основные типы сушилок;
36. Основы процесса выпаривания. Способы выпаривания;
37. Устройство и принцип действия выпарных аппаратов;
38. Ферментация. Оборудование для ферментации;
39. Пастеризация и стерилизация. Аппараты для проведения пастеризации и стерилизации;
40. Мойка оборудования, как биохимический процесс.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План практических занятий по дисциплине.
- г) Методические указания по проведению практических занятий.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Остриков А. Н., Абрамов О. В., Логинов А. В., Процессы и аппараты пищевых производств: учебник для вузов, Санкт-Петербург, ГИОРД, 2012, – 614 с.
 - Ким Г. Н., Угрюмова С. Д., Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие для вузов, Владивосток, Издательство Дальневосточного рыбохозяйственного университета, 2010. – 481 с.
 - Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В. Ф. Фролов. – Электрон. Текстовые данные. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. – 608 с.
 - 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.
 - Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты : учебное пособие для вузов / А. Ю. Винаров [и др.] ; под редакцией В. А. Быкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 274 с. – (Высшее образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.urait.ru/bcode/493206/>

- Процессы и аппараты биотехнологических производств: учебное пособие / И. А. Евдокимов [и др.]; под редакцией И. А. Евдокимова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 206 с. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/495759/>

б) дополнительная литература:

– Лабораторный практикум по процессам и аппаратам : учебное пособие / А. Н. Остриков, А. В. Логинов, Л. Н. Ананьева, Е. В. Федорова. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. – 282 с.

– Холодилин, А. Н. Лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Холодилин, С. Ю. Соловых. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 142 с.

– Аминов М.С. и др. Процессы и аппараты пищевых производств : Учебник для вузов / М.С.Аминов, М.С. Мурадов, Э.М. Аминова. – М.: Колос, 1999. – 504 с.

– Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

– Липатов М.М. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Экономика, 1987. – 272 с.

– Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов, 4-е издание, перераб. и доп./ В. Н. Стабников, В. М. Лысянский, В. Д. Попов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 503 с.

– Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу Процессы и аппараты химической технологии. – М.; Л. : Химия, 1981. – 630 с.

– Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. Учебное пособие / Под редакцией С. М Гребенюка. – М. : Агропромиздат, 1987. – 304 с.

– Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. Учебное пособие / Под редакцией С.М Гребенюка. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

- Калунянц К. А., Голгер Л. И., Балашов В. Е. Оборудование микробиологических производств. – М. : Агропромиздат, 1987. – 398 с.

- Кантере В. М., Мосичев М. С., Дорошенко М. И. Основы проектирования предприятий микробиологической промышленности. – М. : Агропромиздат, 1990. – 304 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе – www.molbiol.ru и www.nature.ru

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standard 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных:

– Международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов – www.swissprot.com

– База научных данных в области биомедицинских наук <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed>

– Биохимическая классификация и номенклатура ферментов www.chem.qmul.ac.uk/iubmb

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

1. Толузакова Светлана Юрьевна, канд. биол. наук, доцент, кафедра сельскохозяйственной биологии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

2. Курзина Ирина Александровна, д-р физ.-мат. наук, доцент, кафедра природных соединений, фармацевтической и медицинской химии, заведующий кафедрой.