

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И.  
МЕНДЕЛЕЕВА»  
В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Исполнительный директор

\_\_\_\_\_ / Б.Э. Нурматов  
(подпись) И.О. Фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов  
химической технологии

---

**направление подготовки**  
18.04.01 Химическая технология

---

**магистерская программа:**  
Химическая технология биологически активных веществ

---

форма обучения:  
очная

---

Квалификация: магистр

**Ташкент 2024**

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности*: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности*: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности*: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, ООП и рабочей программой дисциплины «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

## 2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

*Если входной контроль не предусмотрен:*

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

## 3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

**3.1. Текущий контроль знаний** используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

## 3.2. Описание фонда оценочных средств

### 3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

#### 3.2.1.1. Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

##### **Критерии оценки:**

- *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- *полнота* и *глубина* ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка **«отлично»** выставляется, если обучающийся:

- полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;
- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- излагает материал последовательно и правильно.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

- излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### 3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения: *ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3.*

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1-3 составляет 20 баллов за каждую.

#### **Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

*Примерный перечень тем рефератов:*

1. Аналитические методы определения оптически активных веществ, их сравнение.
2. Относительная и абсолютная конфигурация веществ
3. Асимметрический синтез капотена
4. Асимметрический синтез нафтилаланина
5. Асимметрический синтез природных соединений
6. Химико-ферментативный синтез аминокислот
7. Ферментативные методы получения аминоспиртов
8. Происхождение хиральности в природе
9. Совершенствование номенклатуры органических соединений
10. Недостатки используемых номенклатур
11. Стереохимия органических структур с хиральным атомом фосфора.
12. Стереохимия органических структур с хиральным атомом кремния
13. Стереохимия органических структур с хиральным атомом палладия

#### **Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 5 контрольных работ (по одной контрольной работе для каждого раздела).

**Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за каждый вопрос.**

1. Принципы формирования обозначения пространственных групп по международной символике.
2. Принципы формирования обозначения пространственных групп по символике Шенфлиса.
3. Перечислите виды химических связей. Приведите примеры.
4. Способы расчета удельного вращения молекул.
5. Охарактеризуйте основные разделы стереохимии, структурной стереохимии.
6. Приведите основные критерии наличия асимметрического атома углерода.
7. Обоснуйте понятие хирального центра и асимметрического атома углерода.
8. Охарактеризуйте три вида изомерии: структурной, конфигурационной и конформационной изомерии. Приведите примеры.
9. Современные представления о хиральности молекул и предметов. Приведите примеры.
10. Опишите понятие о энантиомерах и диастереомерах, рацематах. Приведите примеры.
11. Особенности элементов симметрии: ось симметрии n-го порядка, зеркально-поворотные оси, центры симметрии и плоскости симметрии. Ахиральные и хиральные молекулы, число стереомеров. Привести конкретные примеры.
12. Понятие об оптическом вращении и его знаке. Привести расчет конкретных примеров.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов.**

**Контрольная работа содержит 2 вопроса, 8 баллов за первый вопрос и 7 баллов за второй вопрос.**

1. Особенности применения пространственных моделей, полусферических моделей Стюарта-Вриглебана, шаростержневых моделей.
2. Особенности построения перспективных формул, клиновидных проекций, проекционных формул Ньюмена и Фишера.
3. Правила пользования проекциями Фишера.
4. Энантиомерные и диастереомерные соотношения. Примеры.
5. Система Кана - Ингольда - Прелога и основные этапы процедуры наименования абсолютной конфигурации молекул. Привести примеры.
6. Определение старшинства заместителей, расположения заместителей, расположения молекулы вдоль связи с младшим заместителем и определения направления падения старшинства заместителей. Примеры определения конфигурации.
7. Переход от системы Кана - Ингольда - Прелога к проекциям Фишера и обратно. Примеры.
8. D,L-Номенклатура, D- глицериновый альдегид, связь двух основных видов номенклатуры.
9. Различия и сходства в химических и физических свойствах энантиомеров и диастереомеров. Решение задач.
10. Мезо-формы. Решение задач на примере сахаров.
11. Дисперсия оптического вращения. Оптическая чистота, энантиомерный избыток. Взаимные соотношения.
12. Обсуждение примеров по рацемизации и эпимеризации.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 9 баллов за первый вопрос и по 8 баллов за второй и третий вопросы.**

1. Основные методы определения энантиомерного и диастереомерного состава оптически активных веществ. Относительные и абсолютные методы определения конфигурации.
2. Относительные методы определения конфигурации: химическая корреляция, установление относительной конфигурации с помощью физических методов. Примеры.
3. Определение абсолютной конфигурации веществ: дифракция рентгеновских лучей; теоретический расчет оптического вращения. Примеры.
4. Метод химической корреляции. Привести примеры.
5. Метод изотопного разбавления (радиоактивные и стабильные изотопы).
6. Измерение оптического вращения веществ.
7. Изучение спектров ДОВ.
8. Биохимические методы разложения и кинетического расщепления.
9. Калориметрический метод.
10. Метод ГЖХ: диастереомерные производные; использование хиральных носителей.
11. Метод ВЭЖХ на хиральных колонках.
12. Метод ЯМР: диастереомерных производных; использование хиральных растворителей; использование лантаноидных сдвигающих реагентов.
13. Опишите типы хирального воздействия.
14. Охарактеризуйте воздействие хирального реагента. Приведите примеры, дайте пояснения.
15. Охарактеризуйте воздействие хирального реагента. Приведите примеры, дайте пояснения.

16. Охарактеризуйте воздействие хиральной уходящей группы. Приведите примеры, дайте пояснения.
17. Охарактеризуйте воздействие хиральной среды (растворитель, свет и т.д.). Приведите примеры, дайте пояснения.
18. Охарактеризуйте воздействие хиральной подложки. Приведите примеры, дайте пояснения.
19. Известные методы расщепления рацематов, разделение и выделение диастереомеров.
20. Стереонаправленный синтез из других оптически активных соединений, метод химической корреляции.
21. Асимметрический синтез с использованием хиральных регенерируемых реагентов. Использование. Примеры.
22. Примеры каталитического асимметрического синтеза.
23. Химико-ферментативный синтез в стереохимии.
24. Примеры и важность энзиматических методов в стереохимии.
25. Мероприятия по предотвращению загрязнения внутренней среды человека нежелательными стереомерами ФАВ.
26. Наилучшие доступные технологии получения оптически чистых веществ (ОЧВ), основные принципы.
27. Справочные документы по ОЧВ. Возможности использования справочных документов по ОЧВ в российской системе технического регулирования.
28. Комплексные экологические и фармацевтические разрешения.
29. Хиральность в природе. Примеры различной биологической активности *S*- и *R*-соединений.
30. Физиологическая активность рацематов, талидомид.
31. Причины различия в поведении энантиомерных молекул по отношению к симметричным реагентам и к хиральным молекулам.
32. Модель трехточечного продуктивного связывания с активным центром фермента.
33. Примеры оптически активных аминокислот и хиральных биологически активных производных кислот фосфора.
34. Объяснить причины изменения биологической активности соединений в зависимости от их стереохимии.
35. Пояснить важность стереохимии для фармакологии и химико-фармацевтических производств.

### 3.2.2.1 Задания (вопросы) для оценки сформированности компетенций и индикаторов их достижения

#### Задания закрытого типа:

*ОПК-3.1. Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности, технологические основы организации современных химических производств, современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности*

1. Какая тенденция является ключевой для современного производства биомедицинских препаратов?

- А) Использование исключительно периодических процессов
- Б) Увеличение числа технологических стадий
- В) Интеграция химического синтеза и биотехнологических стадий**
- Г) Переход к полностью ручным процессам

2. Какой тип производства наиболее характерен для выпуска биомедицинских препаратов?

- А) Лабораторное
- Б) Крупнотоннажное без автоматизации
- В) Массовое непрерывное
- Г) Мелко- и среднетоннажное с высокой гибкостью**

3. Какое требование является приоритетным при проектировании производств биомедицинских препаратов?

- А) Универсальность аппаратуры
- Б) Соответствие требованиям GMP**
- В) Минимальное число стадий
- Г) Минимальная себестоимость оборудования

4. Какой материал аппаратов наиболее часто используется при производстве фармацевтических субстанций?

- А) Чугун
- Б) Алюминиевые сплавы
- В) Нержавеющая сталь фармацевтического класса**
- Г) Углеродистая сталь

5. Какая тенденция характерна для современных реакторов, используемых в синтезе БАВ?

- А) Применение открытых систем
- Б) Отказ от теплообмена
- В) Использование многофункциональных и герметичных реакторов**
- Г) Увеличение объёма без контроля параметров

6. Какой тип реактора наиболее часто применяется при синтезе биомедицинских препаратов?

- А) Реактор периодического действия с мешалкой**

- Б) Печь трубчатая
- В) Ампульный реактор
- Г) Реактор с идеальным вытеснением

7. Какая современная тенденция используется для интенсификации синтеза биомедицинских препаратов?

- А) Использование только классических реакторов
- Б) Применение микрореакторных систем**
- В) Отказ от автоматизации
- Г) Увеличение времени реакции

8. Какой принцип GMP является ключевым при аппаратурном оформлении производств биомедицинских препаратов?

- А) Универсальность аппаратуры для любых продуктов
- Б) Максимальное увеличение производительности
- В) Обеспечение воспроизводимости и прослеживаемости процессов**
- Г) Минимизация количества оборудования

9. Какой процесс наиболее часто используется для очистки биомедицинских препаратов?

- А) Дистилляция при атмосферном давлении
- Б) Хроматографическая очистка**
- В) Простая фильтрация
- Г) Рентгенофазовый анализ

10. Какая тенденция характерна для современного аппаратурного оформления хроматографических процессов?

- А) Отказ от сорбентов
- Б) Применение ручного управления
- В) Масштабирование и автоматизация ВЭЖХ**
- Г) Использование только лабораторных колонок

11. Какой фактор является определяющим при выборе аппаратуры для синтеза биомедицинских препаратов?

- А) Простота конструкции
- Б) Минимальные габариты
- В) Эстетический вид оборудования
- Г) Химическая чистота и безопасность процесса**

12. Какой подход используется при организации современных фармацевтических производств?

- А) Использование типовых схем без адаптации
- Б) Процессно-ориентированный и системный подход**
- В) Отказ от цифровых технологий
- Г) Последовательное проектирование отдельных аппаратов



13. Какая тенденция характерна для современных процессов масштабирования синтеза БАВ?

- А) Увеличение объёма без расчётов
- Б) Использование моделирования и пилотных установок**
- В) Исключение этапа оптимизации
- Г) Прямое копирование лабораторных условий

14. Какое требование GMP является обязательным при эксплуатации оборудования в производстве биомедицинских препаратов?

- А) Проведение валидации и квалификации оборудования**
- Б) Применение только лабораторных методик контроля
- В) Допущение ручных корректировок без регистрации
- Г) Использование оборудования без документирования

15. Какая тенденция характерна для современного теплообменного оборудования в фармацевтических процессах?

- А) Отказ от рекуперации тепла
- Б) Использование только кожухотрубных аппаратов
- В) Применение компактных и легкоочищаемых конструкций**
- Г) Увеличение инерционности систем

16. Какое направление цифровизации наиболее актуально для производств биомедицинских препаратов?

- А) Снижение уровня автоматизации
- Б) Использование РАТ и автоматизированного контроля качества**
- В) Увеличение объёма бумажной документации
- Г) Исключение мониторинга процессов

17. Какой принцип лежит в основе современной концепции Quality by Design (QbD)?

- А) Управление качеством на стадии проектирования процесса**
- Б) Увеличение числа анализов
- В) Контроль качества только готового продукта
- Г) Минимизация документации

18. Какое требование является обязательным при аппаратурном оформлении стерильных производств?

- А) Универсальность оборудования
- Б) Простота ручного управления
- В) Возможность санитарной обработки и стерилизации**
- Г) Минимальные капитальные затраты

19. Какая тенденция характерна для современных производств биомедицинских препаратов с точки зрения экологии?

- А) Игнорирование экологических аспектов
- Б) Увеличение числа стадий очистки**

**В) Снижение отходов и использование «зелёных» технологий**

Г) Увеличение объёма растворителей

20. Какое требование является ключевым для аппаратного оформления процессов получения биомедицинских препаратов?

А) Простота конструкции любой ценой

Б) Минимальная автоматизация

В) Универсальность оборудования без учёта продукта

**Г) Обеспечение качества, безопасности и воспроизводимости**

*ОПК-3.2. Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием, выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов, применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование*

1. Какой фактор является определяющим при выборе реактора для синтеза термолабильных БАВ?

А) Максимальная производительность

**Б) Температурная управляемость процесса**

В) Универсальность оборудования

Г) Минимальная стоимость

2. Какое оборудование предпочтительно для синтеза БАВ в жидкой фазе при необходимости высокой гибкости процесса?

**А) Реактор периодического действия с мешалкой**

Б) Трубчатый реактор

В) Колонный реактор

Г) Печь камерного типа

3. Какой материал оборудования целесообразно выбрать для работы с агрессивными реагентами при синтезе БАВ?

А) Углеродистая сталь

**Б) Нержавеющая сталь с высокой коррозионной стойкостью**

В) Алюминиевые сплавы

Г) Чугун

4. Какое оборудование наиболее эффективно для глубокой очистки БАВ высокой чистоты?

А) Отстойник

Б) Фильтр-пресс

**В) Хроматографическая колонна**

Г) Испаритель

5. Какой параметр является ключевым при выборе оборудования для работы с летучими растворителями?

- А) Масса аппарата
- Б) Герметичность оборудования**
- В) Универсальность конструкции
- Г) Простота обслуживания

6. Какой тип оборудования предпочтителен для реакций с высокой экзотермичностью?

- А) Открытый реактор
- Б) Реактор с развитой системой теплообмена**
- В) Ампульный реактор
- Г) Сушильный шкаф

7. Какое оборудование целесообразно выбрать для масштабирования лабораторного синтеза БАВ?

- А) Реактор периодического действия с мешалкой**
- Б) Муфельную печь
- В) Центрифугу
- Г) Отстойник

8. Какой фактор учитывается при выборе оборудования для синтеза хиральных БАВ?

- А) Возможность обеспечения стереоселективности**
- Б) Минимальное энергопотребление
- В) Простота конструкции
- Г) Универсальность аппарата

9. Какое оборудование предпочтительно для операций фильтрации суспензий БАВ?

- А) Испарительная установка
- Б) Фильтр-пресс**
- В) Хроматографическая колонна
- Г) Дистилляционная колонна

10. Какой критерий является ключевым при выборе оборудования для фармацевтического производства БАВ?

- А) Соответствие требованиям GMP**
- Б) Минимальная стоимость
- В) Универсальность применения
- Г) Минимальные габариты

11. Какое оборудование целесообразно использовать для сушки термочувствительных БАВ?

- А) Сушильный шкаф с высокой температурой
- Б) Вакуумная сушилка**
- В) Муфельная печь
- Г) Калориметр

12. Какой параметр наиболее важен при выборе мешалки в реакторе синтеза БАВ?

- А) Цвет оборудования
- Б) Гидродинамический режим перемешивания**
- В) Масса мешалки
- Г) Универсальность конструкции

13. Какое оборудование предпочтительно для процессов, требующих стерильных условий?

- А) Открытые аппараты
- Б) Герметичные аппараты с возможностью CIP/SIP**
- В) Лабораторные установки без автоматизации
- Г) Универсальные реакторы

14. Какой фактор учитывается при выборе оборудования для непрерывного контроля качества БАВ?

- А) Возможность интеграции РАТ-систем**
- Б) Простота монтажа
- В) Минимальные габариты
- Г) Универсальность

15. Какое оборудование целесообразно выбрать для процессов с высокой вязкостью реакционной массы?

- А) Реактор с якорной мешалкой**
- Б) Трубчатый реактор
- В) Отстойник
- Г) Реактор с лопастной мешалкой**

16. Какой параметр является определяющим при выборе оборудования для работы с токсичными БАВ?

- А) Производительность
- Б) Уровень изоляции и защиты персонала**
- В) Универсальность
- Г) Простота эксплуатации

17. Какое оборудование предпочтительно для концентрирования растворов БАВ?

- А) Испаритель**
- Б) Фильтр-пресс
- В) Отстойник
- Г) Центрифуга

18. Какой подход используется при выборе оборудования для многостадийных схем синтеза БАВ?

- А) Выбор каждого аппарата изолированно
- Б) Системный анализ всей технологической схемы**
- В) Минимизация числа аппаратов любой ценой
- Г) Использование только типовых решений

19. Какое оборудование целесообразно выбрать для разделения жидкость–жидкость при экстракции БАВ?

- А) Реактор
- Б) Экстракционную колонну**
- В) Сушильную установку
- Г) Фильтр

20. Какой результат свидетельствует о корректном подборе оборудования для производства БАВ?

- А) Увеличение числа ручных операций
- Б) Обеспечение качества, безопасности и воспроизводимости процесса**
- В) Максимальное усложнение аппаратуры
- Г) Рост энергопотребления

*ОПК-3.3. Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании, навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля*

1. Какой подход является базовым при разработке инновационного химико-технологического процесса для БАВ?

- А) Процессно-ориентированное проектирование с учётом всего жизненного цикла**
- Б) Использование только типового оборудования
- В) Механическое масштабирование лабораторной методики
- Г) Максимальное увеличение числа стадий

2. Какая технология считается передовой для интенсификации синтеза БАВ?

- А) Длительные периодические реакции
- Б) Ручное управление процессом
- В) Микрореакторные и проточные технологии**
- Г) Отказ от теплообмена

3. Какой фактор является ключевым при разработке нового химико-технологического процесса?

- А) Простота графического оформления схемы
- Б) Совокупная эффективность, безопасность и устойчивость процесса**
- В) Стоимость сырья
- Г) Количество используемых аппаратов

4. Какой элемент отличает современный процесс от традиционного?

- А) Увеличение числа стадий
- Б) Применение устаревшего оборудования
- В) Интеграция реакционных и разделительных операций**
- Г) Использование ручных операций

5. Какой метод широко применяется при разработке и оптимизации современных химико-технологических процессов?

- А) Случайный подбор условий  
**Б) Математическое моделирование и цифровые двойники**  
В) Только экспериментальный перебор  
Г) Исключение стадии моделирования
6. Какая технология позволяет повысить управляемость и воспроизводимость процессов синтеза БАВ?
- А) Периодические реакторы без автоматики  
**Б) Непрерывные проточные системы**  
В) Отказ от мониторинга  
Г) Открытые аппараты
7. Какой принцип лежит в основе разработки устойчивых химико-технологических процессов?
- А) Максимизация выхода любой ценой  
Б) Использование сложной аппаратуры  
**В) Минимизация отходов и энергозатрат**  
Г) Увеличение расхода растворителей
8. Какое оборудование является ключевым для реализации современных непрерывных процессов синтеза БАВ?
- А) Муфельная печь  
Б) Отстойник  
**В) Проточный реактор**  
Г) Сушильный шкаф
9. Какой подход используется при разработке инновационных процессов очистки БАВ?
- А) Использование одного метода разделения  
**Б) Комбинирование и интеграция методов очистки**  
В) Исключение аналитического контроля  
Г) Увеличение числа стадий фильтрации
10. Какую роль играет ПАТ (Process Analytical Technology) в современных процессах?
- А) Встроенный мониторинг и управление процессом в реальном времени**  
Б) Постконтроль готового продукта  
В) Увеличение числа ручных анализов  
Г) Замена экспериментальных данных
11. Какой фактор наиболее важен при разработке инновационного процесса получения термолабильных БАВ?
- А) Максимальная температура реакции  
Б) Простота аппаратуры  
В) Минимизация числа датчиков  
**Г) Точное управление теплом и временем пребывания**
12. Какая технология считается перспективной для масштабирования инновационных процессов синтеза БАВ?

- А) Прямое увеличение объёма реактора
- Б) Увеличение времени реакции
- В) Использование только периодических аппаратов
- Г) **Нумерация проточных модулей**

13. Какой подход используется при разработке новых процессов с учётом требований GMP?

- А) Минимизация документации
- Б) Контроль качества только готового продукта
- В) **Quality by Design (QbD)**
- Г) Исключение стадии валидации

14. Какой критерий является определяющим при выборе инновационного оборудования?

- А) **Возможность интеграции в автоматизированную систему управления**
- Б) Универсальность без адаптации
- В) Минимальная стоимость
- Г) Эстетический вид

15. Какой элемент позволяет существенно сократить сроки разработки нового процесса?

- А) Применение ручных расчётов
- Б) **Использование цифрового моделирования и симуляции**
- В) Исключение пилотной стадии
- Г) Увеличение числа экспериментов

16. Какая тенденция характерна для разработки современных процессов получения биомедицинских препаратов?

- А) Увеличение масштабов без оптимизации
- Б) Отказ от автоматизации
- В) **Переход к гибким и модульным производствам**
- Г) Использование только стационарных схем

17. Какой фактор учитывается при разработке процессов с участием опасных реагентов?

- А) **Интенсификация при одновременном повышении безопасности**
- Б) Увеличение времени реакции
- В) Минимизация количества персонала
- Г) Исключение автоматизации

18. Какое оборудование позволяет реализовать концепцию «реакция–разделение» в одном аппарате?

- А) Реактор периодического действия
- Б) **Реактивная дистиляционная колонна**
- В) Фильтр-пресс
- Г) Отстойник

19. Какой показатель наиболее полно отражает инновационность процесса?

- А) Число аппаратов
- Б) Стоимость оборудования
- В) Улучшение совокупных показателей эффективности, безопасности и устойчивости**
- Г) Сложность схемы

20. Какой результат свидетельствует о корректной разработке инновационного процесса?

- А) Повышение воспроизводимости, управляемости и качества продукта**
- Б) Рост числа ручных операций
- В) Увеличение количества стадий
- Г) Максимальное усложнение аппаратуры

### **Задания открытого типа:**

*ОПК-3.1. Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности, технологические основы организации современных химических производств, современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности*

1. Оборудование, используемое в производстве БАВ, должно соответствовать требованиям \_\_\_\_\_.

**Ответ: GMP**

2. Для предотвращения контаминации в производстве БАВ аппараты должны иметь \_\_\_\_\_ конструкцию.

**Ответ: герметичную**

3. При выборе материалов аппаратов для производства БАВ ключевым требованием является их химическая \_\_\_\_\_.

**Ответ: стойкость**

4. Современные требования к аппаратурному оформлению фармацевтических производств предусматривают обязательную \_\_\_\_\_ оборудования.

**Ответ: валидацию**

5. При проектировании аппаратуры для БАВ поверхности, контактирующие с продуктом, должны иметь низкую \_\_\_\_\_.

**Ответ: шероховатость**

*ОПК-3.2. Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием, выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов, применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование*



1. При составлении технологической схемы получения БАВ исходной стадией является \_\_\_\_\_ сырья.

**Ответ: подготовка**

2. Современная технологическая схема производства БАВ должна включать узлы синтеза, очистки и \_\_\_\_\_ продукта.

**Ответ: сушки**

3. Современная технологическая схема должна предусматривать наличие \_\_\_\_\_ связей для возврата побочных потоков.

**Ответ: обратных**

4. Для повышения управляемости процесса в технологическую схему включают узлы \_\_\_\_\_ контроля.

**Ответ: автоматического**

5. Технологическая схема производства БАВ должна обеспечивать возможность \_\_\_\_\_ процесса.

**Ответ: масштабирования**

*ОПК-3.3. Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании, навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля*

1. Основой современных проточных технологий синтеза БАВ является \_\_\_\_\_ реактор.

**Ответ: проточный**

2. Микрореакторные технологии основаны на применении \_\_\_\_\_ каналов.

**Ответ: микроканальных**

3. Современное оборудование для БАВ должно быть совместимо с требованиями \_\_\_\_\_.

**Ответ: GMP**

4. Для обеспечения высокой воспроизводимости инновационных процессов используют системы автоматического \_\_\_\_\_.

**Ответ: управления**

5. Разработка современных химико-технологических процессов БАВ ориентирована на повышение \_\_\_\_\_ процесса.

**Ответ: устойчивости**

## 4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

**4.1. ФОС для промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является экзамен, зачет с оценкой – выбрать нужное.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену по дисциплине.

### 4.2. Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка экзамена, зачета с оценкой	Требования к знаниям
<b>«отлично»</b>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
<b>«хорошо»</b>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине.
<b>«удовлетворительно»</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
<b>«неудовлетворительно»</b>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

### 4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

Билет для экзамена включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов.

1. Модель трехточечного продуктивного связывания с активным центром фермента.

2. Примеры и важность энзиматических методов получения ФАВ.
3. Обоснуйте понятие хирального центра и асимметрического атома углерода.
4. Охарактеризуйте три вида изомерии: структурной, конфигурационной и конформационной изомерии. Приведите примеры.
5. Современные представления о хиральности молекул и предметов. Приведите примеры.
6. Охарактеризуйте три вида изомерии: структурной, конфигурационной и конформационной изомерии. Приведите примеры.
7. Современные представления о хиральности молекул и предметов. Приведите примеры.
8. Хиральность в природе. Примеры различной биологической активности *S*- и *R*-соединений.
9. Система Кана-Ингольда-Прелога и процедура наименования абсолютной конфигурации молекул.
10. Применение перспективных формул, клиновидных проекций, проекционных формул Ньюмена и Фишера.
11. Правила пользования проекциями Фишера.
12. Переход от системы Кана -Ингольда-Прелога к проекциям Фишера
13. Определение старшинства заместителей в системе Кана-Ингольда-Прелога.
14. Переход от системы Кана-Ингольда-Прелога к проекциям Фишера и обратно. Примеры.
15. D,L-Номенклатура, D-глицериновый альдегид, связь двух основных видов номенклатуры.
16. Различия и сходства в химических и физических свойствах энантиомеров и диастереомеров. Определение удельного оптического вращения, оптической чистоты, энантиомерного избытка.
17. Опишите типы хирального воздействия.
18. Особенности элементов симметрии: ось симметрии *n*-го порядка, зеркально-поворотные оси, центры симметрии и плоскости симметрии. Ахиральные и хиральные молекулы, число стереомеров.
19. Определение абсолютной конфигурации веществ
20. Относительные методы определения конфигурации. Метод химической корреляции.
21. Относительные методы определения конфигурации.
22. Относительные методы определения конфигурации. Измерение оптического вращения веществ.
23. Относительные методы определения конфигурации. Изучение спектров ДОВ.
24. Относительные методы определения конфигурации. Биохимические методы разложения и кинетического расщепления.
25. Относительные методы определения конфигурации. Метод ГЖХ: диастереомерные производные, использование хиральных носителей.
26. Относительные методы определения конфигурации. Метод ВЭЖХ на хиральных колонках.
27. Относительные методы определения конфигурации. Метод ЯМР: диастереомерных производных, использование хиральных растворителей, использование лантаноидных сдвигающих реагентов.
28. Классификация и общая характеристика способов получения оптически активных веществ.
29. Стереохимические особенности строения и связанных с ними физико-химических свойств ФАВ.
30. Основные источники и факторы загрязнения внутренней среды человека при применении ФАВ.
31. Национальные стандарты и справочные документы по ФАВ, их использование для обеспечения безопасности производства.

32. Особенности технологии хиральных ФАВ
33. Примеры оптически активных аминокислот и хиральных биологически активных производных кислот фосфора
34. Известные методы расщепления рацематов, разделение и выделение диастереомеров.
35. Примеры стереонаправленного синтеза из других оптически активных соединений, метод химической корреляции.
36. Примеры асимметрического синтеза с использованием хиральных регенерируемых реагентов.
37. Примеры каталитического асимметрического синтеза.
38. Область химико-ферментативного синтеза. Примеры.
39. Примеры и важность энзиматических методов.
40. Важность стереохимии для фармакологии и химико-фармацевтических производств.

Пример билета для экзамена:

<p>«Утверждаю»</p> <p>_____ А.У. Абдурахимова</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Филиал РХТУ им. Д.И. Менделеева в г. Ташкенте</b></p> <p><b>(Республика Узбекистан)</b></p>
	<p><b>18.04.01 Химическая технология</b></p> <p><b>Магистерская программа – «Химическая технология биологически активных веществ»</b></p>
	<p><b>«Современные направления и методы получения биомедицинских препаратов»</b></p>
<p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Обоснуйте понятие хирального центра и асимметрического атома углерода.</p> <p>2. Относительные методы определения конфигурации. Биохимические методы разложения и кинетического расщепления.</p> <p>3. Примеры каталитического асимметрического синтеза.</p> <p>4. Важность стереохимии для фармакологии и химико-фармацевтических производств.</p>	

#### 4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры	ОПК-3.1. Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности, технологические основы организации современных химических производств, современные требования к аппаратному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности. ОПК-3.2. Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием, выбирать оборудование для конкретных технологических

	технологическог о процесса, выбирать оборудование и технологическу ю оснастку.	процессов с учётом химических и физико- химических свойств перерабатываемых материалов, применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование ОПК-3.3. Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании, навыками разработки современных инновационных химико- технологических процессов соответствующего профиля.
--	---	---

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**5.1.** Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

**5.2.** Порядок разработки и утверждения образовательных программ федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденный решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.09.2022, протокол № 2, введенный в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.11.2022 № 176 ОД;

**5.3.** Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

**Дополнения и изменения к фонду оценочных средств  
по дисциплине  
«Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической  
технологии»**

**Направления подготовки**

18.04.01 Химическая технология

**Магистерская программа**

Химическая технология биологически активных веществ

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева  
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Макаров Николай Александрович  
И.о. директора, Филiaal РХТУ  
им. Д.И. Менделеева в г.  
Ташкенте (Республика  
Узбекистан)

Подписан: 04:02:2026 12:00:43