

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«3» 05 2023 г.

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.17 Инновационные технологии и техника в химическом  
аппаратостроении

(наименование дисциплины (модуля))

18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Машины и аппараты химических производств

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр

квалификация

очная, очно-заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2023 г.

Составитель ФОС:  
Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,  
протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Мадышев И.Н. доц. МАХП НХТИ  
Ф.И.О., должность, организация, подпись



**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

Компетенция:

ПК-2 Способен выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок

Индикаторы достижения компетенции:

1.1. Знает методы, средства планирования и выполнения экспериментальных исследований и разработок;

1.2. Умеет применять средства планирования при выполнении исследований и разработок;

1.3. Владеет навыками проведения исследований, оформления и анализа полученных результатов экспериментальных исследований и разработок.

ПК-4 Способен разрабатывать и планировать внедрение новой техники и передовой технологии

Индикаторы достижения компетенции:

1.1. Знает методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений,

1.2. Умеет разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию на новую технику и передовую технологию,

1.3. Владеет навыками разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологии, проведения организационно-технических мероприятий, опытно-конструкторских работ.

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)</b>		<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические Занятия</b>	
<i>ПК-2.1</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ПК-2.3</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ПК-4.1</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ПК-4.2</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>

<i>ПК-4.3</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
---------------	--------------------------	--------------------------	--

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов (базовый уро- вень)</i></b>	<b><i>Max, баллов (повышенный уро- вень)</i></b>
<b><i>Практические занятия</i></b>	<b><i>5</i></b>	<b><i>12</i></b>	<b><i>24</i></b>
<b><i>Доклад</i></b>	<b><i>4</i></b>	<b><i>15</i></b>	<b><i>18</i></b>
<b><i>Реферат</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>9</i></b>	<b><i>18</i></b>
<b><i>Зачет с оценкой</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>24</i></b>	<b><i>40</i></b>
<b><i>Итого:</i></b>		<b><i>60</i></b>	<b><i>100</i></b>

### ***Шкала оценивания***

<b>Цифровое выражение</b>	<b>Выражение в баллах:</b>	<b>Словесное выражение</b>	<b>Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:</b>
			Зачет с оценкой
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

### Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия
2.	Доклад	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов
3.	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
5.	Разно- уровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;	Комплект разно-уровневых задач и заданий

		<p>б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;</p> <p>в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.</p>	
--	--	---	--



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический


Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процес-  
сы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(код и наименование)

Профиль подготовки: Машины и аппараты химических производств

(наименование)

Зав. кафедрой  УТВЕРЖДАЮ  
И.Н. Мадышев  
«19» 04 2023 г.

**Перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине Б1.В.17 Инноваци-  
онные технологии и техника в химическом аппаратостроении**

1. Назначение и классификация оборудования и машин для проведения химических и нефтехимических производств.
2. Место и роль процессов массообмена в нефтегазопереработке. Классификация процессов массообмена. Основное уравнение массопередачи.
3. Сущность и схема проведения процесса перегонки. Область применения, достоинства и недостатки, методы повышения четкости разделения методом перегонки.
4. Процесс ректификации. Полная и неполная; простая и сложная ректификационная колонны для разделения бинарных и многокомпонентных смесей.
5. Процесс абсорбции. Типовые схемы разделения смесей методом абсорбции.
6. Устройство, принцип действия основных элементов насадочных колонн. Режимы работы насадок, выбор оптимального режима.
7. Виды насадок, требования к ним. Сравнительная характеристика, область применения регулярных и нерегулярных насадок. Перспективные виды насадок.
8. Распределительные и перераспределительные устройства для жидкости в насадочных колоннах. Явление “сухого конуса”, методы устранения.
9. Опорные устройства под насадку, требования к ним. Типовые конструкции опорных устройств насадочных колонн.

10. Устройство, принцип действия тарельчатых колон. Основные показатели тарелок, их сравнительные значения для типовых конструкций тарелок.
11. Барботажные тарелки: ситчатые, колпачковые, из S-образных элементов. Их устройство, принцип работы, сравнительные показатели.
12. Струйные и провальные решетчатые тарелки (без переливов). Устройство, принцип действия, сравнительные показатели, область применения.
13. Назначение и классификация оборудования и машин для проведения химических и нефтехимических производств.
14. Место и роль процессов массообмена в нефтегазопереработке. Классификация процессов массообмена. Основное уравнение массопередачи.
15. Сущность и схема проведения процесса перегонки. Область применения, достоинства и недостатки, методы повышения четкости разделения методом перегонки.
16. Процесс ректификации. Полная и неполная; простая и сложная ректификационная колонны для разделения бинарных и многокомпонентных смесей.
17. Процесс абсорбции. Типовые схемы разделения смесей методом абсорбции.
18. Устройство, принцип действия основных элементов насадочных колонн. Режимы работы насадок, выбор оптимального режима.
19. Виды насадок, требования к ним. Сравнительная характеристика, область применения регулярных и нерегулярных насадок. Перспективные виды насадок.
20. Распределительные и перераспределительные устройства для жидкости и в насадочных колоннах. Явление «сухого конуса», методы устранения.
21. Опорные устройства под насадку, требования к ним. Типовые конструкции опорных устройств насадочных колонн.
22. Устройство, принцип действия тарельчатых колонн. Основные показатели тарелок, их сравнительные значения для типовых конструкций тарелок.
23. Барботажные тарелки: ситчатые, колпачковые, из S-образных элементов. Их устройство, принцип работы, сравнительные показатели.
24. Струйные и провальные решетчатые тарелки (без переливов). Устройство, принцип действия, сравнительные показатели, область применения.
25. Клапанные тарелки. Принцип действия, режимы работы, сравнительные показатели различных видов клапанных тарелок.
26. Прямоточные тарелки: трубчатые; вихревые; с секционированием потоков. Сравнительные показатели, область применения.
27. Назначение и область применения теплообменников. Требования к теплообменникам. Классификация теплообменных аппаратов.
28. Кожухотрубчатые теплообменники жесткой конструкции (ТН). Устройство, принцип действия, область применения. Достоинства и недостатки.
29. Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках. Методы и принципы компенсации температурных деформаций в теплообменниках жесткого, полужесткого и нежесткого типов.

30. Теплообменники полужесковатого типа с компенсатором в корпусе (ТК) и с изогнутыми трубками. Область применения, достоинства и недостатки.
31. Теплообменники нежесткого типа: с U-образными трубками (ТУ) и с внутренней плавающей головкой (ТП). Достоинства и недостатки. Область применения.
32. Теплообменники с двойными трубками Фильда. Достоинства и недостатки, область применения. Методы повышения эффективности теплообмена в трубках Фильда.
33. Схемы размещения и методы соединения труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменников. Одно- и многоходовые теплообменники.
34. Назначение и виды перегородок в трубном и межтрубном пространствах кожухотрубчатых теплообменниках. Одно- и многоходовые теплообменники.
35. Специальные виды теплообменников: аппараты воздушного охлаждения; спиральные и пластинчатые теплообменники. Тепловые трубки.
36. Основы расчета технологических трубопроводов. Выбор перекачивающего оборудования.
37. Соединительные элементы трубопроводов. Температурные напряжения в трубопроводах и методы их компенсации.
38. Опоры и подвески для трубопроводов.
39. Запорная и регулирующая арматура трубопроводов, их классификация, маркировка.
40. Предохранительная, защитная и фазоразделительная арматура трубопроводов. Рекомендации по их выбору и применению.

**Критерии оценки:** оценка работы обучающихся производится путем оценки ответов на заданные вопросы. Максимальный балл за один ответ – 10 баллов, общее количество максимально набранных баллов – 40.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность.	10
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	8
Дает неполный ответ (в общих чертах). Нет выводов по выполненной работе.	6
Нет ответа.	0

Суммарный рейтинг студента в баллах за семестр складывается из оценки его деятельности в течение семестра и оценки, полученной на экзамене, в соотношении 60:40. Максимальный балл, который может набрать студент за один семестр в ходе изучения дисциплины в целом, равен 100. В соответствии с

положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) к набранной за семестр сумме баллов (от 36 до 60) добавляется при сдаче экзамена от 24 до 40 баллов.

### Перечень и краткая характеристика оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Доклад	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов
2	Дискуссия	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки/специальность: Б1.В17 Инновационные техноло  
(код и наименование)

гии и техника в химическом аппаратостроении

Программа подготовки: Машины и аппараты химических производств  
(наименование)

### Темы докладов

по дисциплине Б1.В.17 Инновационные технологии и техника в химиче  
(наименование дисциплины)  
ском аппаратостроении

**Доклад** – продукт самостоятельной работы магистра, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Обучающиеся разбиваются на группы, количество которых определяется количеством докладов. Члены каждой группы самостоятельно распределяют вопросы, отведенные для доклада, между собой.

**Тема 5. Трубчатые печи нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.**

**Тема и содержание доклада:**

1. Конструктивное оформление технологических печей для ректификации нефтепродуктов для получения автобензинов и моторных масел.
2. Устройство каркаса печей, обмуровки и подвесных элементов.
3. Рекомендации по выбору материалов труб, соединительных элементов для образования радиантных и конвективных камер.
4. Тягодутьевое оборудование. Дымовые трубы печей.

**Критерии оценки:** Выступление с докладом предполагает значительную самостоятельную работу обучающегося. Доклад должен выполнять ряд требований: его содержание соответствовать заявленной теме; цели соответствовать задачам; логичность и последовательность изложения материала; способность к работе с литературными источниками, Интернет ресурсами, справочной и энциклопедической литературой; объем исследованной литера-

туры и других источников информации; способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса; обоснованность выводов; правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты и т.д.).

В балльно-рейтинговой системе выступление с докладом относится к дополнительным видам работ. Шкала дифференцирована по ряду критериев. Общий результат складывается как сумма баллов по представленным критериям. Максимальный балл за выступление с докладом – 10 баллов.

<b>Критерий оценки</b>	<b>Балл</b>
Актуальность темы	1
Полное раскрытие проблемы	1
Наличие собственной точки зрения	1
Наличие презентации	1
Наличие ответов на вопросы аудитории	1
Логичность и последовательность изложения	2
Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	1
<b><i>ИТОГО</i></b>	<b>8</b>

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки/специальность: 18.03.02. – Энерго- и ресурсосбере-  
(код и наименование)

гающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Программа подготовки: Машины и аппараты химических производств  
(наименование)

### **Перечень тем для дискуссии**

по дисциплине Б1.В17 Инновационные технологии и техника в химиче-  
ском аппаратостроении

(наименование дисциплины)

**Дискуссия** – оценочное средство, позволяющее включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Обучающиеся разбиваются на группы, количество которых определяется количеством тем дискуссии. Члены каждой группы самостоятельно распределяют вопросы, отведенные для дискуссии, между собой.

#### ***Перечень предлагаемых дискуссионных тем и их содержание:***

##### **Тема 2. Оборудование для тепловых процессов.**

1. Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках: причины появления и методы компенсации в теплообменниках жесткой (марки ТН), полужесткой (марки ТК) и нежесткой конструкции (марок ТУ, ТП, ТС). Их сравнительные характеристики, область применения (*тема 2*).

##### **Тема 6. Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура.**

2. Трубопроводная арматура для химических и нефтехимических производств. Назначение и классификация, область применения и сравнительные характеристики запорной, регулирующей, предохранительной защитной и фазоразделительной арматуры.

Участие в дискуссии каждого обучающегося является обязательным. Каждый магистрант имеет возможность использовать определенные спра-



вочные материалы. Дискуссия не должна выходить за пределы обозначенной темы, она должна строиться на научных положениях и методах, её цель – разрешить на теоретическом уровне существующее противоречие, предложить модель или алгоритм для выхода из ситуации. Преподаватель направляет ход дискуссии и подводит её итоги.

**Критерии оценки:** Максимальный балл за участие в дискуссии – 10 баллов.

<b>Критерий</b>	<b>Балл</b>
Демонстрирует полное понимание обсуждаемой проблемы, высказывает собственное суждение по вопросу, аргументировано отвечает на вопросы участников, соблюдает регламент выступления	10
Понимает суть рассматриваемой проблемы, может высказать типовое суждение по вопросу, отвечает на вопросы участников, однако выступление носит затянутый или не аргументированный характер	8
Принимает участие в обсуждении, однако собственного мнения по вопросу не высказывает, либо высказывает мнение, не отличающееся от мнения других докладчиков	6
Не принимает участия в обсуждении	0

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки/специальность: 18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии  
(код и наименование)

Программа подготовки: \_\_\_\_\_ Машины и аппараты химических производств \_\_\_\_\_  
(наименование)

### **Перечень практических заданий**

по дисциплине Б1.В.17 Инновационные технологии и техника в химическом  
(наименование дисциплины)  
аппаратостроении

**Раздел дисциплины** - Введение. Назначение и классификация оборудования.  
Название практической работы - Материальный баланс технологических процессов.

**Раздел дисциплины** - Оборудование для тепловых процессов.

Название практической работы - Расчет и выбор стандартизованного теплообменника.

**Раздел дисциплины** - Оборудование для проведения массообменных процессов.

Название практических работы - Технологический расчет ректификационной колонны.

**Раздел дисциплины** - Химические реакторы

Название практических работы - Расчет и выбор узлов химического реактора.

**Раздел дисциплины** - Трубчатые печи химических и нефтеперерабатывающих производств.

Название практических работы - Методика расчета и подбора технологических печей.

**Раздел дисциплины** - Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура.

Название практических работы - Технологический трубопровод.

**Критерии оценки:** при изучении дисциплины предусматривается выполнение шести практических заданий, за выполнение и защиту которых студент может получить максимальное количество баллов – 24 (4 баллов выполнение и защита каждой практической работы).

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ. Отсутствие ошибочных выводов.	4
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	3
Дает неполный ответ (в общих чертах). Нет выводов по выполненной работе.	2
Нет ответа. Трудности при выполнении.	0