

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский 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

«03» 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

По дисциплине	Б1.О.14 «Перспективное оборудование для химических и нефтехимических производств»
Направление подготовки	15.04.02 Технологические машины и оборудование
Профиль/программа	Химическое машино- аппаратостроение
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	очно-заочная
Кафедра-разработчик рабочей программы	Машины и аппараты химических производств
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр

Нижекамск, 2023 г.

Составитель ФОС:  
доцент кафедры ПАХТ



Д.Н.Латыпов

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,  
протокол от 19.04 2023 г. № 8

Зав. кафедрой



И.Н. Мадышев

Руководитель ООП, к.т.н. доц. каф МАХП Мадышев И.Н.

Ф.И.О., должность, организация, подпись



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

ОПК-10 Способен разрабатывать методики обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах;

ОПК-10.1 Знает теоретические основы методов и современную практику обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах.

ОПК-10.2 Умеет применять на практике методики обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих

ОПК-10.3 Владеет навыками и приемами организации производственной и экологической безопасности на рабочих местах.

ОПК-13 Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности;

ОПК-13.1 Знает современные методологии разработки алгоритмов решения задач проектирования, а также построения цифровых программ на их основе и их верификации.

ОПК-13.2 Умеет разрабатывать алгоритмы решения задач проектирования отдельных элементов оборудования и технологических процессов, а также цифровые программы на их основе и тестировать их.

ОПК-13.3 Владеет навыками разработки алгоритмов решения задач проектирования отдельных элементов оборудования и технологических процессов, а также построения цифровых программ на их основе и их верификации.

ОПК-14 Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения.

ОПК-14.1 Знает теоретические аспекты методологии и организации профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения.

ОПК-14.2 Умеет разрабатывать планы и осуществлять организацию профессиональной подготовки по готовым образовательным программам в области машиностроения.

ОПК-14.3 Владеет навыками организации и осуществления профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения.

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические Занятия, лаборатор практикум	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ОПК-10.1	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	-	<i>Реферат Дискуссия, Кейс-задача, Отчет по лабораторной работе</i>
ОПК-10.2	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4,	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4,	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4,	-	

	Тема 5, Тема 6	Тема 5, Тема 6	Тема 5, Тема 6		
ОПК-10.3	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	-	
ОПК-13.1	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	-	
ОПК-13.2	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	-	
ОПК-13.3	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	-	
ОПК-14.1	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	-	
ОПК-14.2	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	-	
ОПК-14.3	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	-	

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

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов (базовый уровень)	Max, баллов (повышенный уровень)
Лабораторная работа	4	4	8
Кейс-задача	2	10	20
Реферат	6	18	24
Доклад	1	2	4
Дискуссия	2	2	4
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.О.14 Перспективное оборудование для химических и нефтехимических производств используется рейтинговая система.

Оценка деятельности студента осуществляется по всем видам работ, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов.

При изучении дисциплины предусматривается выполнение двух кейс-задач, их выполнение позволит получить максимальное количество баллов – 20 (10 баллов за выполнение каждой кейс-задачи).

При изучении дисциплины предусматривается написание шести рефератов, за выполнение и защиту которых студент может получить максимальное количество баллов – 24 (4 балла каждый реферат).

Максимальный балл за выступление с докладом – 4 балла.

Максимальный балл за участие в дискуссии – 4 балла (2 темы по 2 балла).

За выполнение лабораторных работ максимальное количество баллов – 8.

Экзамен оценивается от 24 до 40 баллов.

### ***Шкала оценивания***

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			экзамен
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

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 Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 Технологические  
(код и наименование)  
машины и оборудование

Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение  
(наименование)

### Темы докладов

по дисциплине Б1.О.14 Перспективное оборудование химических и  
нефтехимических производств  
(наименование дисциплины)

**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 литературы 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, таблицы 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	2
Наличие презентации	2
Наличие ответов на вопросы аудитории	1
Логичность и последовательность изложения	2
Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	1
<b><i>ИТОГО</i></b>	<b><i>10</i></b>

Составитель \_\_\_\_\_ Д.Н.Латыпов  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

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

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

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: \_\_\_\_\_ 15.04.02 Технологические  
(код и наименование)  
машины и оборудование \_\_\_\_\_

Программа подготовки: \_\_\_\_\_ Химическое машино- и аппаратостроение  
(наименование)

### **Перечень тем для дискуссии**

по дисциплине \_\_\_\_\_ Б1.О.14 Перспективное оборудование химических и  
нефтехимических производств \_\_\_\_\_  
(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 справочные 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.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ на вопросы. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность.	5
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	4
Дает неполный ответ (в общих чертах) на вопрос.	3
Нет ответа.	0

Составитель \_\_\_\_\_ Д.Н.Латыпов

(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

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

Факультет механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 Технологические  
(код и наименование)  
машины и оборудование

Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение  
(наименование)

### Кейс-задачи

по дисциплине Б1.О.14 Перспективное оборудование химических и  
нефтехимических производств  
(наименование дисциплины)

**Кейс-задача** – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.

#### **Перечень кейс-задач:**

#### **Тема 3. Оборудование для проведения массообменных процессов**

**Кейс-задача 1.** Для заданных значений исходных данных провести технологический расчет ректификационной колонны с колпачковыми, клапанными, ситчатыми и провальными тарелками (по вариантам заданий). В качестве объекта оптимизации принять межтарельчатое расстояние, выбор которого производить с учетом заданной преподавателем вспениваемости разделяемых рабочих систем. Проверку работоспособности выбранной стандартизированной тарелки производить по величине межтарельчатого уноса.

#### **Тема 4. Химические реакторы**

**Кейс-задача 2.** Для различных вариантов рабочих жидкостей с заданными физико-механическими характеристиками решить проблему подбора оптимального варианта перемешивающего устройства из числа возможных конструкций механических мешалок (лопастных, турбинных, пропеллерных, якорных и рамных). С учетом заданных характеристик рабочих продуктов (пожаро- взрывоопасность, агрессивность, коррозионную активность и др.) подобрать тип и марку торцового уплотнения, подобрать мощность и марку стандартизованного привода мешалки.

**Критерии оценки:** оценка работы обучающихся по выполнению кейсов производится путем сравнения фактически выполненных задач и мероприятий в ходе выполнения кейс-задачи. Максимальный балл за выполнение каждой кейс-задачи – 20 баллов, общее количество максимально набранных баллов – 40.

<b>Критерий оценки</b>	<b>Балл</b>
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованное, полное и правильное решение задачи..	20
Дает достаточно полное решение, с незначительными замечаниями.	16
Дает неполное решение.	12
Нет решения.	0

Составитель \_\_\_\_\_ Д.Н.Латыпов  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

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 Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 Технологические  
(код и наименование)  
машины и оборудование

Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение  
(наименование)

### Темы рефератов

по дисциплине Б1.О.14 Перспективное оборудование химических и  
нефтехимических производств  
(наименование дисциплины)

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 колонн. 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. Клапанные тарелки. Принцип действия, режимы работы, сравнительные показатели различных видов клапанных тарелок.
14. Прямоточные тарелки: трубчатые; вихревые; с секционированием потоков. Сравнительные показатели, область применения.
15. Назначение и область применения теплообменников. Требования к теплообменникам. Классификация теплообменных аппаратов.
16. Кожухотрубчатые теплообменники жесткой конструкции (ТН). Устройство, принцип действия, область применения. Достоинства и недостатки.
17. Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках. Методы и принципы компенсации температурных деформаций в теплообменниках жесткого, полужесткого и нежесткого типов.
18. Теплообменники полужесткого типа с компенсатором в корпусе (ТК) и с изогнутыми трубками. Область применения, достоинства и недостатки.
19. Теплообменники нежесткого типа: с U-образными трубками (ТУ) и с внутренней плавающей головкой (ТП). Достоинства и недостатки. Область применения.
20. Теплообменники с двойными трубками Фильда. Достоинства и недостатки, область применения. Методы повышения эффективности теплообмена в трубках Фильда.
21. Схемы размещения и методы соединения труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменников. Сравнительные характеристики, область применения.
22. Назначение и виды перегородок в трубном и межтрубном пространствах кожухотрубчатых теплообменников. Одно- и многоходовые теплообменники.
23. Специальные виды теплообменников: аппараты воздушного охлаждения; спиральные и пластинчатые теплообменники. Тепловые трубки.
24. Место и роль реакторов в химической технологии, их отличие от тепло- и массообменных аппаратов. Классификация химических реакций.
25. Понятие о скорости реакций. Дифференциальное уравнение скорости. Стехиометрический и кинетический порядки реакций.
26. Реакторы идеального вытеснения (РИВ) и идеального смешения (РИС). Многокаскадный реактор с мешалкой.
27. Теплообменные и перемешивающие устройства жидкостных и газожидкостных реакторов.
28. Назначение и типы печей, их классификация, основные направления в развитии. Камеры радиации конвекции, горелки и форсунки для сжигания топлива.
29. Основы расчета трубчатых печей. Тепловые нагрузки в камерах радиации и конвекции. Расчет расхода топлива, пути его снижения.
30. Устройство, принцип действия, область применения вращающихся печей: барабанной и муфельной. Элементы привода печи.
31. Назначение и классификация вспомогательного оборудования химических и нефтехимических производств.
32. Вертикальные и цилиндрические резервуары для хранения для жидких и газообразных продуктов.
33. Мокрые и сухие газгольдеры для хранения продуктов. Уплотнительные устройства газгольдеров.

34. Бункера и силосы для хранения сыпучих материалов. Элементы для загрузки, выгрузки и дозирования продуктов.
35. Технологические трубопроводы для транспортировки продуктов. Основные характеристики и элементы трубопроводов. Рекомендации по выбору материалов труб.
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 по сдаче рефератов производится путем оценки ответов на заданные вопросы. Максимальный балл за сдачу реферата – 5 баллов, общее количество максимально набранных баллов – 30.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ на. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность.	5
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	4
Дает неполный ответ (в общих чертах) на вопрос.	3
Нет ответа.	0

Составитель \_\_\_\_\_ Д.Н.Латыпов  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.