

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 22.08.2023 06:20:26  
Уникальный программный ключ:  
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaedebeea849

Приложение А

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Химические реакторы»

Уровень образования

бакалавриат

(бакалавриат/магистратура/специалитет)

Направление подготовки  
бакалавриата/магистратуры/специальность

18.03.01 «Химическая технология»

(код, наименование направления подготовки/специальности)

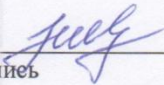
Профиль направления  
подготовки/специализация

Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов

(наименование)

Разработчик

подпись



Азимова Ф.Ш., к.т.н., доцент

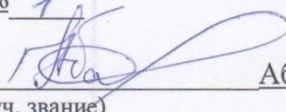
(ФИО уч. степень, уч. звание)

Фонд оценочных средств обсужден на заседании кафедры Химии  
«10» 09 2021 г., протокол № 1

подпись

Зав. кафедрой

(ФИО уч. степень, уч. звание)



Абакаров Г.М., д.х.н., профессор

г. Махачкала 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)
  - 2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
    - 2.1.2. Этапы формирования компетенций
  - 2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания
    - 2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования
    - 2.2.2. Описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП
  - 3.1. Задания и вопросы для входного контроля
  - 3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций
  - 3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

## **1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств**

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины «Химические реакторы» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся (в т.ч. по самостоятельной работе студентов, далее – СРС), освоивших программу данной дисциплины.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 18.03.01 «Химическая технология», профиль – Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов.

Рабочей программой дисциплины «Химические реакторы» предусмотрено формирование следующих компетенций:

ПК-5. Способен осуществлять контроль работы технологических объектов.

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины, и используемые оценочные средства приведены в таблице 1.

2.1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

Таблица 1

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Критерии оценивания	Наименование контролируемых разделов и тем
ПК-5Способен осуществлять контроль работы технологических объектов.	<p>ПК-5.2.Знает технологию переработки нефти.</p> <p>ПК-5.3.Знает технологические схемы.</p> <p>ПК-5.4.Знает основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации.</p>	<p>- знает основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности:</p> <p>- способен применять знание основных законов и методов исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности:</p> <p>- эффективно применяет знание законов и методов исследований естественных наук для решения профессиональных задач.</p>	<p>Тема –<b>Классификация и выбор химических реакторов</b></p> <p>Тема - <i>Основы математического моделирования процесса в химическом реакторе</i></p> <p>Тема -Математическая модель идеального реактора, допущения при выводе модели, отклонения от идеальности</p>

### 2.1.2. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине «Химические реакторы» определяется на следующих этапах:

1. Этап текущих аттестаций
2. Этап промежуточных аттестаций

Таблица 2

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Этапы формирования компетенции					
		Этап текущих аттестаций					Этап промежуточной аттестации
		1-5 неделя	6-10 неделя	11-15 неделя	1-17 неделя		18-20 неделя
		Текущая аттестация №1	Текущая аттестация №2	Текущая аттестация №3	СРС	КР/КП	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-5Способен осуществлять контроль работы технологических объектов.	ПК-5.2.Знает технологию переработки нефти.	Вопросы к контрольной работе №1			Отчет	-	Контрольные вопросы к зачету
	ПК-5.3.Знает технологические схемы.		Вопросы к контрольной работе №2		Отчет		Контрольные вопросы к зачету
	ПК-5.4.Знает основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации.			Вопросы к контрольной работе №3	Отчет		Контрольные вопросы к зачету

--	--	--	--	--	--	--	--

СРС – самостоятельная работа студентов; КР – курсовая работа; КП – курсовой проект.

## 2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования

Результатом освоения дисциплины «Коллоидная химия» является установление одного из уровней сформированности компетенций: высокий, повышенный, базовый, низкий.

Таблица 3

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
Высокий (оценка «отлично», «зачтено»)	Сформированы четкие системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные и	Обучающимся усвоена взаимосвязь основных понятий дисциплины, в том числе для решения профессиональных задач.

	<p>верные. Даны развернутые ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции</p>	<p>Ответы на вопросы оценочных средств самостоятельны, исчерпывающие, содержание вопроса/задания оценочного средства раскрыто полно, профессионально, грамотно. Даны ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции</p>
<p>Повышенный (оценка «хорошо», «зачтено»)</p>	<p>Знания и представления по дисциплине сформированы на повышенном уровне. В ответах на вопросы/задания оценочных средств изложено понимание вопроса, дано достаточно подробное описание ответа, приведены и раскрыты в тезисной форме основные понятия. Ответ отражает полное знание материала, а также наличие, с незначительными пробелами, умений и навыков по изучаемой дисциплине. Допустимы единичные негрубые ошибки. Обучающимся продемонстрирован повышенный уровень освоения компетенции</p>	<p>Сформированы в целом системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные, грамотные. Продemonстрирован повышенный уровень владения практическими умениями и навыками. Допустимы единичные негрубые ошибки по ходу ответа, в применении умений и навыков</p>
<p>Базовый (оценка «удовлетворительно», «зачтено»)</p>	<p>Ответ отражает теоретические знания основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП. Обучающийся допускает неточности в ответе, но обладает необходимыми знаниями для их устранения. Обучающимся продемонстрирован базовый уровень освоения компетенции</p>	<p>Обучающийся владеет знаниями основного материала на базовом уровне. Ответы на вопросы оценочных средств неполные, допущены существенные ошибки. Продemonстрирован базовый уровень владения практическими умениями и навыками, соответствующий минимально необходимому уровню для решения профессиональных задач</p>
<p>Низкий (оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»)</p>	<p>Демонстрирует полное отсутствие теоретических знаний материала дисциплины, отсутствие практических умений и навыков</p>	

Показатели уровней сформированности компетенций могут быть изменены, дополнены и адаптированы к конкретной рабочей программе дисциплины.





## 2.2.2. Описание шкал оценивания

В ФГБОУ ВО «ДГТУ» внедрена модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. В соответствии с этой системой применяются пятибалльная, двадцатибалльная и стобальная шкалы знаний, умений, навыков.

Шкалы оценивания			Критерии оценивания
пятибалльная	двадцатибалльная	стобальная	
«Отлично» - 5 баллов	«Отлично» - 18-20 баллов	«Отлично» - 85 – 100 баллов	Показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрирует глубокое и прочное усвоение материала;</li> <li>- исчерпывающе, четко, последовательно, грамотно и логически стройно излагает теоретический материал;</li> <li>- правильно формирует определения;</li> <li>- демонстрирует умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой;</li> <li>- умеет делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
«Хорошо» - 4 баллов	«Хорошо» - 15 - 17 баллов	«Хорошо» - 70 - 84 баллов	Показывает достаточный уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует достаточно полное знание материала, основных теоретических положений;</li> <li>- достаточно последовательно, грамотно логически стройно излагает материал;</li> <li>- демонстрирует умения ориентироваться в нормальной литературе;</li> <li>- умеет делать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
«Удовлетворительно» - 3 баллов	«Удовлетворительно» - 12 - 14 баллов	«Удовлетворительно» - 56 – 69 баллов	Показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует общее знание изучаемого материала;</li> <li>- испытывает серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы;</li> <li>- знает основную рекомендуемую литературу;</li> <li>- умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого материала.</li> </ul>
«Неудовлетворительно» - 2 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-11 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-55 баллов	Ставится в случае: <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнания значительной части программного материала;</li> <li>- не владения понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- допущения существенных ошибок при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>

### **3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП**

#### **3.1.Оценочные средства и критерии сформированности компетенций**

##### **3.1.1.Перечень вопросов для входной контрольной работы**

1. Химико-технологический процесс. Классификация ХТП.
2. Основные показатели химического процесса. Степень превращения. Выход продукта.
3. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Материальный энергетический балансы и их применение. Принцип Ле-Шателье и правило фаз Гиббса.
4. Гидромеханические процессы. Идеальная и реальная жидкости. Закон внутреннего трения Ньютона
5. Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера, вывод его. Основное уравнение гидростатики, вывод его.
6. Гидродинамика. Внутренняя и внешняя задачи гидродинамики. Режимы движения жидкости и критические значения критерия Рейнольдса. Уравнение закона Стокса. Дифференциальное уравнение движения Эйлера.
7. Уравнение Бернулли и его вывод. Полный гидродинамический напор и его составляющие. Практические приложения уравнения Бернулли.
8. Основы теории подобия. Теоретический метод исследования. Преимущества и недостатки. Три теоремы теории подобия и их применение.
9. Движение тел в жидкостях. Сила сопротивления и коэффициент сопротивления. Метод Лященко определения скорости осаждения частиц.
10. Насосы и их классификация. Основные параметры насосов. Расчёт напора насоса. Высота всасывания. Центробежные насосы.
11. Классификация машин для перемещения и сжатия газов. Термодинамические основы сжатия газов. Процессы сжатия газов. Многоступенчатое сжатие газов.
12. Неоднородные системы и методы их разделения. Материальный баланс процесса разделения неоднородной системы.
13. Фильтрация, движущая сила. Способы создания перепада давления и виды фильтрации. Вывод уравнения фильтрации. Нутч-фильтр.
14. Фильтр-пресс, устройство и принцип работы. Центрифугирование, основные положения, центробежная сила и фактор разделения.
15. Перемешивание, способы перемешивания и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание.
16. Основы теплообмена. Общие сведения. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности. Закон Стефана-Больцмана. Законы Кирхгофа и Ламберта при излучении.
17. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона, коэффициент теплоотдачи. Критерии Нуссельта, Фурье, Пекле, Прандтля.
18. Коэффициент теплоотдачи и его расчет при помощи критериальных уравнений при различных тепловых процессах и при различных режимах. Теплоотдачи при кипении и конденсации. Теплоотдача в неподвижном зернистом слое.
19. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи и его применение.

20. Кожухотрубные теплообменники, устройство, принцип работы, преимущества и недостатки.
21. Конденсаторы смещения и барометрический конденсатор и его расчет.
22. Расчет теплообменных аппаратов проектный и проверочный расчеты.  
Конструктивный расчет кожухотрубного теплообменника.

### **3.2.Перечень вопросов для текущих контрольных работ**

#### **Контрольная работа №1**

1. Понятия «химический процесс», «химический реактор». Требования, предъявляемые к химическим реакторам.
2. Технологические критерии оценки эффективности протекания процесса в химическом реакторе: степень превращения реагента, выход продукта, связь между ними.
3. Технологические критерии оценки эффективности процесса, протекающего в химическом реакторе селективность процесса по получению продукта, расходные коэффициенты по сырью. Связь селективности со степенью превращения и выходом продукта.
4. Уровень химического процесса и уровень химического реактора в иерархической структуре химического производства.
5. Классификация химических реакторов.
6. Моделирование химических реакторов: понятие об элементарном объеме и элементарном промежутке времени, уравнение материального баланса химического реактора (в общем виде) и его анализ.
7. Общая характеристика идеальных моделей химических реакторов (допущения об идеальности, характер изменения параметров в зависимости от объема реактора и от времени).
8. Модель реактора идеального смешения периодического действия (РИС-П), работающего в изотермическом режиме. Вывод характеристического уравнения.
9. Модель реактора идеального смешения непрерывного действия (РИС-Н), работающего в изотермическом режиме. Вывод характеристического уравнения.
10. Модель реактора идеального вытеснения (РИВ), работающего в изотермическом режиме. Вывод характеристического уравнения.
11. Модель каскада проточных реакторов идеального смешения (РИС-К), работающего в изотермическом режиме.
12. Графо-аналитический расчёт каскада, проточных реакторов идеального смешения (РИС-К).
13. Аналитический метод расчета РИС-К.

#### **Контрольная работа №2**

1. Модель каскада проточных реакторов идеального вытеснения (РИВ-К).
2. Сравнение эффективности работы изотермических химических реакторов, описываемых различными моделями, по объему и интенсивности работы.
3. Сравнение эффективности работы изотермических химических реакторов, описываемых различными моделями, по селективности протекания целевой реакции.
4. Сравнение эффективности работы изотермических химических реакторов,

- описываемых различными моделями, по выходу продукта.
5. Уравнение теплового баланса химического реактора в общем виде, его анализ. Тепловые режимы работы реакторов.
  6. Модель реактора идеального смешения непрерывного действия (РИС-Н), работающего адиабатическом режиме.
  7. Графическое решение модели реактора РИС-Н, работающего адиабатическом режиме, для необратимых эндо- и экзотермических реакций.
  8. Графическое решение модели реактора РИС-Н, работающего адиабатическом режиме, для обратимых эндо- и экзотермических реакций.
  9. Математическое описание РИС-Н в различных тепловых режимах.
  10. Математическое описание РИС-П в различных тепловых режимах.
  11. Математическое описание РИВ в различных тепловых режимах.
  12. Тепловая устойчивость работы реакторов (на примере адиабатического РИС-Н).
  13. Параметрическая чувствительность реакторов.

### **Контрольная работа №3**

1. Способы интенсификации работы реакторов.
2. Зависимость степени превращения от температуры в адиабатических реакторах.
3. Сравнение эффективности работы реакторов РИВ, РИС-П, РИС-Н, РИС-К, каскад РИС-Н + РИВ в адиабатическом режиме, в зависимости от величины теплового эффекта реакции.
4. Реализация оптимального температурного режима в каскаде РИС при проведении обратимых экзотермических реакций.
5. Реализация оптимальных температурных режимов в каскаде РИВ при проведении обратимых экзотермических реакций.
6. Реализация оптимального температурного режима в каскадах РИС, РИВ при проведении обратимых эндотермических реакций.
7. Реализация оптимального температурного режима в каскадах РИС, РИВ при проведении эндотермических реакций.
8. Причины отклонения от идеальности в реальных реакторах. Характеристика и уравнение материального баланса однопараметрической диффузионной модели.
9. Причины отклонения от идеальности в реальных реакторах. Характеристика ячеечной модели.
10. Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания в идеальных и реальных проточных реакторах.
11. Сущность экспериментального метода изучения функций распределения путем исследования «кривых отклика».
12. Конструкции реакторов для производства окисленного битума окислением гудрона.
13. Сопоставление конструкции аксиальных радиальных реакторов установок каталитического горения.
14. Устройство аксиальных реакторов гидрогенизационных процессов.
14. Устройство реакторов «крекинг-флюид» процесса.
15. Устройство реакторов производства алкилата.
16. Устройство реакторов коксования нефтяных остатков.

Критерии оценки уровня сформированности компетенций при проведении контрольной работы:

- оценка «отлично»: продемонстрировано грамотное последовательное решение задач (заданий) при правильно выбранном алгоритме. Даны верные ответы на все вопросы и условия задач (заданий). При необходимости сделаны пояснения и выводы (содержательные, достаточно полные, правильные, учитывающие специфику проблемной ситуации в задаче или с незначительными ошибками);

- оценка «хорошо»: грамотное последовательное решение задач (заданий) при правильно выбранном алгоритме. Однако, ответы на вопросы и условия задач (заданий) содержат незначительные ошибки. Пояснения и выводы отсутствуют или даны неверно;

- оценка «удовлетворительно»: обучающийся ориентируется в материале, но применяет его неверно, выбирает неправильный алгоритм решения задач (неверные исходные данные, неверная последовательность решения и др. ошибки), допускает вычислительные ошибки. Пояснения и выводы отсутствуют или даны неверно;

- оценка «неудовлетворительно»: обучающийся слабо ориентируется в материале, выбирает неправильный алгоритм решения, допускает значительное количество вычислительных ошибок. Пояснения и выводы отсутствуют.

### **3.3. Задания для промежуточной аттестации**

#### **3.3.1 Контрольные вопросы для проведения зачета**

1. Понятия «химический процесс», «химический реактор». Требования, предъявляемые к химическим реакторам.
2. Технологические критерии оценки эффективности протекания процесса в химическом реакторе: степень превращения реагента, выход продукта, связь между ними.
3. Технологические критерии оценки эффективности процесса, протекающего в химическом реакторе: селективность процесса получения продукта, расходные коэффициенты по сырью. Связь селективности со степенью превращения и выходом продукта.
4. Уровень химического процесса и уровень химического реактора в иерархической структуре химического производства.
5. Классификация химических реакторов.
6. Моделирование химических реакторов: понятие об элементарном объеме и элементарном промежутке времени, уравнение материального баланса химического реактора (в общем виде) и его анализ.
7. Общая характеристика идеальных моделей химических реакторов (допущения об идеальности, характер изменения параметров в зависимости от объема реактора и от времени).
8. Модель реактора идеального смешения периодического действия (РИС-П), работающего в изотермическом режиме. Вывод характеристического уравнения.
9. Модель реактора идеального смешения непрерывного действия (РИС-Н), работающего в изотермическом режиме. Вывод характеристического уравнения.
10. Модель реактора идеального вытеснения (РИВ), работающего в изотермическом режиме. Вывод характеристического уравнения.
11. Модель каскада проточных реакторов идеального смешения (РИС-К), работающего в изотермическом режиме.
12. Графо-аналитический расчёт каскада проточных реакторов идеального смешения

(РИС- К).

13. Аналитический метод расчета РИС-К.
14. Модель каскада проточных реакторов идеального вытеснения (РИВ-К).
15. Сравнение эффективности работы изотермических химических реакторов, описываемых различными моделями, по объему и интенсивности работы.
16. Сравнение эффективности работы изотермических химических реакторов, описываемых различными моделями, по селективности протекания целевой реакции.
17. Сравнение эффективности работы изотермических химических реакторов, описываемых различными моделями, по выходу продукта.
18. Уравнение теплового баланса химического реактора в общем виде, его анализ. Тепловые режимы работы реакторов.
19. Модель реактора идеального смешения непрерывного действия (РИС-Н), работающего адиабатическом режиме.
20. Графическое решение модели реактора РИС-Н, работающего адиабатическом режиме, для необратимых эндо- и экзотермических реакций.
21. Графическое решение модели реактора РИС-Н, работающего адиабатическом режиме, для обратимых эндо- и экзотермических реакций.
22. Математическое описание РИС-Н в различных тепловых режимах.
23. Математическое описание РИС-П в различных тепловых режимах.
24. Математическое описание РИВ в различных тепловых режимах.
25. Тепловая устойчивость работы реакторов (на примере адиабатического РИС-Н).
26. Параметрическая чувствительность реакторов.
27. Способы интенсификации работы реакторов.
28. Зависимость степени превращения от температуры в адиабатических реакторах.
29. Сравнение эффективности работы реакторов РИВ, РИС-П, РИС-Н, РИС-К, каскад РИС- Н + РИВ в адиабатическом режиме, в зависимости от величины теплового эффекта реакции.
30. Реализация оптимального температурного режима в каскаде РИС при проведении обратимых экзотермических реакций.
- 31 Реализация оптимальных температурных режимов в каскаде РИВ при проведении обратимых экзотермических реакций.
32. Реализация оптимального температурного режима в каскадах РИС, РИВ при проведении обратимых эндотермических реакций.
33. Реализация оптимального температурного режима в каскадах РИС, РИВ при проведении эндотермических реакций.
34. Причины отклонения от идеальности в реальных реакторах. Характеристика и уравнение материального баланса однопараметрической диффузионной модели.
35. Причины отклонения от идеальности в реальных реакторах. Характеристика ячеечной модели.
36. Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания в идеальных и реальных проточных реакторах.
37. Сущность экспериментального метода изучения функций распределения путем Исследования «кривых отклика».
38. Конструкции реакторов для производства окисленного битума окислением гудрона.
39. Сопоставление конструкции аксиальных радиальных реакторов установок

каталитического риформинга.

40. Устройство аксиальных реакторов гидрогенизационных процессов.

41. Устройство реакторов «крекинг-флюид» процесса.

42. Устройство реакторов производства алкилата.

43. Устройство реакторов коксования нефтяных остатков.

Критерии оценки уровня сформированности компетенций по результатам проведения зачёта:

- оценка «зачтено»: обучающийся демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, свободно выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, усвоивший основную и дополнительную литературу. Обучающийся выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, на уровне не ниже базового.

- оценка «не зачтено»: обучающийся демонстрирует незнание материала, не выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся не выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, на уровне ниже базового. Дальнейшее освоение ОПОП не возможно без дополнительного изучения материала и подготовки к зачету.