

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Ивангородский гуманитарно-технический институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования

"Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения"

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

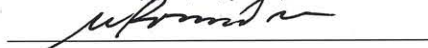
Ответственный за образовательную
программу

проф., д.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Рождественский

(инициалы, фамилия)

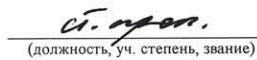


(подпись)

«19» 06 2025г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)


(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)


(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«19» июня 2025 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 2

д.ф.-м.н.

(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Ю.В. Рождественский

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора ИФ ГУАП по методической работе

(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)


(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химические реакторы»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	18.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Химическая технология
Наименование направленности	Технология переработки природного газа (ИФ)
Форма обучения	очная
Год приема	

Аннотация

Дисциплина «Химические реакторы» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 18.03.01 «Химическая технология» направленности «Технология переработки природного газа (ИФ)». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-3 «Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии»

ОПК-4 «Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья»

ОПК-5 «Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с химическими технологиями и оборудованием химических производств

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химические реакторы» являются изучение основных закономерностей химических процессов, протекающих в реакционных аппаратах, и основ теории химических реакторов, рассматриваются основные методы и приемы повышения эффективности их работы. Это одна из основных дисциплин базовой части ООП бакалавра, поскольку без знания принципов работы химических реакторов невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке и организации технологических процессов.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии	ОПК-3.В.1 владеть навыками анализа влияния техногенных факторов на состояние окружающей среды при осуществлении профессиональной деятельности с учетом законодательства Российской Федерации
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.3.1 знать номенклатурную базу технических средств измерения основных технологических параметров и базовых показателей качества ОПК-4.У.1 уметь использовать в профессиональной деятельности основы проектирования оборудования для надёжной реализации технологических процессов, а также разрабатывать техническую документацию ОПК-4.У.2 уметь использовать нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения технологических процессов получения веществ, материалов и изделий ОПК-4.У.3 уметь осуществлять метрологическое сопровождение технических средств для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции,

		контролировать соответствие сырья и готовой продукции требованиям нормативно-технической документации ОПК-4.В.1 владеть навыками разработки, чтения и применения в профессиональной деятельности графической и конструкторской документации
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5.В.1 владеть навыками наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, в том числе при работе с оборудованием и химическими веществами

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Органическая химия»,
- «Процессы и аппараты химической технологии»,
- «Физическая химия»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Моделирование химико-технологических процессов»,
- «Технология и оборудование производства базовых полимеров»,
- «Общая химическая технология»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17

практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	110	110
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Основные понятия, определения. Общие закономерности химических процессов, протекающих в химических реакторах. Тема 1.1. Место химического процесса и химического реактора в иерархической структуре химического производства. Тема 1.2. Гомогенные химические процессы. Оборудование для проведения гомогенных процессов. Тема 1.3. Гетерогенные химические процессы в системах «газ-твердое тело» и «газ-жидкость».	8		8		50
Раздел 2. Химические реакторы. Тема 2.1. Классификация реакторов. Требования, предъявляемые к химическому реактору. Тема 2.2. Расчет реакторов. Тема 2.3. Классификация и анализ процессов в реакторах по тепловому режиму.	9		9		60
Итого в семестре:	17		17		110
Итого	17	0	17	0	110

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Понятие о химическом реакторе. Место химического процесса и химического реактора в иерархической структуре химического производства. Качественные и количественные критерии оценки эффективности химического процесса,

	<p>протекающего в аппарате. Гомогенные химические процессы. Кинетические и термодинамические закономерности химических процессов. Особенности проведения сложных реакций. Влияние условий проведения процесса на степень превращения сырья, выход продукта. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов. Понятие оптимальных температур для обратимых и необратимых химических процессов. Оборудование для проведения гомогенных процессов. Гетерогенные химические процессы. Понятие, основные особенности и стадии гетерогенного процесса. Наблюдаемая скорость химического превращения. Влияние внешних условий протекания процесса на наблюдаемую скорость превращения. Лимитирующая стадия. Области протекания гетерогенных процессов. Гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-твердое тело». Физические модели процесса. Их математическое описание. Способы определения лимитирующей стадии и пути интенсификации процесса. Типы реакторов для проведения процессов в системе «газ твердое тело». Гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-жидкость». Физические модели процесса. Их математическое описание. Способы определения лимитирующей стадии и пути интенсификации процесса. Типы реакторов для проведения процессов в системе «газ жидкость». Каталитические процессы. Сущность, назначение катализа. Виды катализа. Гомогенный катализ и его особенности. Гетерогенный катализ. Стадии и области протекания гетерогенного каталитического процесса. Пути интенсификации гетерогенно-каталитических процессов. Основные технологические показатели и требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Состав и способы изготовления контактных масс. Типы реакторов для проведения гетерогенно-каталитических процессов.</p>
<p>Раздел 2.</p>	<p>Классификация реакторов. Требования, предъявляемые к химическому реактору. Математическое моделирование химических реакторов. Построение математических моделей химических реакторов с идеальной гидродинамикой потоков, работающих в изотермическом режиме. Материальный баланс реакторов в зависимости от стационарности процесса и гидродинамики потока: реактора идеального смешения непрерывного действия, реактора идеального смешения периодического действия и реактора идеального вытеснения. Расчет объема реакторов непрерывного и периодического действия. Сравнение</p>

	<p>эффективности работы и выбор реакторов, описываемых различными моделями. Каскад реакторов идеального смешения непрерывного действия: характеристика, назначение, уравнение материального баланса. Расчет объема КРИС-Н. Неизотермические процессы в химических реакторах. Классификация процессов в реакторах по тепловому режиму. Математическое описание процессов в реакторах смешения и вытеснения с различными тепловыми режимами работы. Анализ адиабатического режима работы реактора на примере РИС-Н. Понятие тепловой устойчивости работы химического реактора. Способы повышения степени превращения реагентов в случае проведения реакции в адиабатическом РИС-Н. Способы поддержания оптимального температурного режима проведения химических процессов. Реальные химические реакторы. Причины отклонения от идеальности. Модели реальных реакторов. Функции распределения времени пребывания в проточных реакторах и описание на их основе работы реальных реакторов.</p>
--	--

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	технологические критерии оценки эффективности процессов, протекающих в химических реакторах.	1		1
2	определение лимитирующей стадии процесса восстановления диоксида углерода углем.	1	1	1
3	определение лимитирующей стадии гетерогенного процесса обжига сульфида цинка.	1	1	1
4	сравнение эффективности работы	2	1	2

	проточных реакторов, описываемых различными моделями (РИС-Н, РИВ, КРИС-Н), в изотермическом режиме по производительности (интенсивности) их работы.			
5	сравнение эффективности работы проточных реакторов, описываемых различными моделями (РИС-Н, РИВ, КРИС-Н), в изотермическом режиме по селективности процесса получения целевого продукта (по вы ходу продукта).	2	1	2
6	исследование влияния температурного режима на работу химических реакторов.	2	1	2
7	Реактор периодического действия.	2	1	2
8	Каскад реакторов смешения непрерывного действия.	2	1	2
9	Экспериментальное исследование работы реактора вытеснения.	2	1	2
10	Моделирование работы реактора вытеснения	2	1	2
Всего		17	9	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	40	40
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	110	110

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

б. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8— Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/421733	Батраков, П. А. Химические реакторы : учебное пособие / П. А. Батраков, Н. А. Озеров. — Омск : ОмГТУ, 2023. — 218 с. — ISBN 978-5-8149-3642-4. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/355004	Муртазин, Ф. Р. Химические реакторы : учебное пособие / Ф. Р. Муртазин. — Уфа : УГНТУ, 2021. — 91 с. — ISBN 978-5-7831-2152-4. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/45521	Нестерова, Е. В. Общая химическая технология: Кинетика химических процессов. Химические реакторы : учебное пособие / Е. В. Нестерова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 92 с. — ISBN 978-5-9239-0575-5. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63663	Сборник лабораторных работ по дисциплине «Химические реакторы» : учебное пособие / К. В. Граждан, В. А. Исаева, Б. Т. Кунин, Г. И. Репкин ; под редакцией В. А. Шарнина. — Иваново : ИГХТУ, 2014. — 131 с. — ISBN 978-5-9616-0483-3. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152863	Петьков, В. И. Химические реакторы : учебно-методическое пособие / В. И. Петьков, А. К. Коротцева. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 71	

	с. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/206207	Корытцева, А. К. Химические реакторы. Введение в теорию и практику : учебное пособие / А. К. Корытцева, В. И. Петков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-3501-2. — Текст : электронный //	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://www.edu.ru	Каталог образовательных интернет-ресурсов
https://minobrnauki.gov.ru	Министерство науки и высшего образования РФ
http://www.ximicat.com	Портал фундаментального химического образования России
http://e.lanbook.com/books	ЭБС «Лань»
http://webelements.narod.ru	WebElements: онлайн-справочник химических элементов

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Gnu/Linux (Ubuntu)
2	OpenOffice
3	LibreOffice
4	Firefox
5	Acrobat Reader DC
6	Консультант Плюс
7	7-Zip

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	<p>Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 204</p> <p>Основное оборудование: стол преподавателя – 1 шт. столы ученические – 18 шт. стулья – 36 шт. проектор – 1 шт. доска меловая – 1 шт. Проектор BENQ MW529 1 шт. Экран для проектора настенный – 1 шт.; Конвертер HDMI; Кронштейн потолочный Nexport; Ноутбук Acer Aspire E1-570G-53334G50Mnii.NX.MJ4ER.001 – 1 шт.</p>	204
2	<p>Помещения для организации самостоятельной работы № 111</p> <p>Библиотека, читальный зал: Мебель; WiFi с выходом в вычислительную сеть ИФ ГУАП и Интернет, обеспечивающий доступ в электронную информационно-образовательную среду организации и к подписным ресурсам: Электронно-библиотечные системы «ZNANIUM», «Юрайт», «Лань»; Оборудованные места для самостоятельной работы, зонированные офисными перегородками – 6шт. Системный блок UNIVERSAL i3 D2 -8 шт Монитор ACER V173Dob - 8 шт Клавиатура 8 - шт Мышь Genius PS/2 - 8 шт МФУ Kyocera m2035dn - 2 шт Коммутатор 8 port -2 шт</p>	111
3	<p>Лаборатория аппаратчиков химических технологий</p> <p>Стенд выполнения практических работ: тип управления - компьютерное; габариты 1700x900x850; 220В, 1000ВА, Вес: 200 кг. Технические характеристики: лабораторный комплекс завода по производству минеральных удобрений с датчиками, устройствами и контроллерами. Изучение: автоматика; интерактивный макет технологической линии по производству гранул; бункер подачи сырья; барабанный просеиватель "ГРОХОТ"; гранулятор; датчик уровня, температуры, скорости, вращения барабанного просеивателя; контроллер</p>	

подключения к SCADA-системе для управления и снятия характеристик с датчиков; программируемый логический контроллер; модуль аналогового ввода/вывода; персональный компьютер частотой 3,0 ГГц; оперативная память 16 Гб; жесткий диск 120 Гб; видео модуль 6 Гб памяти; монитор диагональю 19” с разрешением 1920x1080; клавиатура; мышь; лабораторный стол; компьютерный стол; комплект силовых кабелей и соединительных проводов.	
---	--

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Понятие о химической технологии как науке.	ОПК-3.В.1
2.	Стадии проектирования химико-технологического процесса.	ОПК-4.3.1
3.	Химическая концепция метода получения целевого продукта.	ОПК-4.У.1
4.	Технологическая концепция метода получения целевого продукта.	ОПК-4.У.2
5.	Выбор химической концепции метода получения целевого продукта.	ОПК-4.У.3
6.	Моделирование химико-технологических процессов.	ОПК-4.В.1
7.	Химический эксперимент и основные требования к его постановке.	ОПК-5.В.1
8.	Математическая обработка результатов эксперимента.	ОПК-3.В.1
9.	Классификация химических реакций.	ОПК-4.В.1
10.	Стехиометрия реакций. Основные понятия.	ОПК-5.В.1
11.	Стехиометрически независимые превращения и ключевые вещества.	ОПК-3.В.1
12.	Способы выражения концентраций.	ОПК-3.В.1
13.	Химико-технологический процесс и его содержание.	ОПК-4.У.3
14.	Классификация химико-технологических процессов.	ОПК-4.В.1
15.	Критерии оценки хода химико-технологического процесса.	ОПК-5.В.1
16.	Конверсия, выход, селективность. Сущность понятий, методы расчета.	ОПК-3.В.1
17.	Размерность и соотношение между конверсией, выходом и селективностью.	ОПК-4.3.1
18.	Конверсия исходных веществ для реакций:	ОПК-4.У.1
19.	Равновесная степень превращения и равновесный выход.	ОПК-4.У.2
20.	Расходные коэффициенты.	ОПК-4.У.3

21.	Материальные балансы. Основные понятия, классификация.	ОПК-3.В.1
22.	Формы представления материальных балансов.	ОПК-3.В.1
23.	Уравнение материального баланса в общем виде.	ОПК-3.В.1
24.	Скорость химической реакции.	ОПК-4.3.1
25.	Химический реактор. Понятие, основные требования, классификация.	ОПК-4.У.1
26.	Реактор идеального смешения периодического действия. Определение, схема работы, зависимость концентрации исходного вещества от времени пребывания и объема реактора.	ОПК-4.У.2
27.	Реактор идеального смешения периодического действия. Вывод и анализ характеристического уравнения.	ОПК-4.У.3
28.	Реактор идеального вытеснения. Определение, схема работы Зависимость концентрации исходного вещества от времени пребывания и объема реактора.	ОПК-3.В.1
29.	Реактор идеального вытеснения. Вывод и анализ характеристического уравнения	ОПК-5.В.1
30.	Реактор идеального смешения непрерывного действия. Определение, схема работы, зависимость концентрации исходного вещества от времени пребывания и объема реактора	ОПК-3.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	При параллельной схеме степень превращения не влияет на селективность если $n_1=n_2$	ОПК-4.В.1
2.	В РИС – n время достижения заданной степени превращения меньше для простых необратимых реакций с $n<1$	ОПК-5.В.1
3.	Подвод или отвод теплоты отсутствует в изотермическом реакторе	ОПК-3.В.1
4.	Параметр теплоотвода в РИС-п обратно пропорционален теплоемкости смеси	ОПК-3.В.1
5.	Условием идеальности РИС-п - является отсутствие градиента концентраций по его объему	ОПК-4.У.3

	- является наличие градиента температур по его объему	
6.	В РИС – п концентрация веществ - изменятся во времени - изменяется в пространстве	ОПК-4.В.1
7.	В РИС – п - процесс нестационарный - процесс стационарный	ОПК-5.В.1
8.	Реактор полного смешения является - полунепрерывным - непрерывным	ОПК-3.В.1
9.	Условием идеальности РИС – н в стационарном режиме - является наличие градиента концентраций по объему - является отсутствие градиента концентраций по объему и во времени	ОПК-4.3.1
10.	Условное время контакта имеет размерность _____	ОПК-4.У.1
11.	В РИВ концентрация вещества изменяется по длине аппарата?	ОПК-4.У.2
12.	К условиям процесса в реакторе относят тепловой эффект?	ОПК-4.У.3
13.	Анализ процессов в химических реакторах заключается в выявлении особенностей процесса и режима?	ОПК-3.В.1
14.	Показателем процесса в химическом реакторе являются профили концентраций?	ОПК-3.В.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Текст
- Графический материал в виде презентации

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются в лаборатории на лабораторных установках с заполнением протокола измерений.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе включает обязательные пункты, представленные в методических указаниях.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета представлены в методических указаниях.

Методические указания изданы в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП.

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины. Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен проводится в письменной форме. Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования»

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой