

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

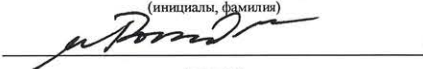
Ответственный за образовательную
программу

проф., д.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Рождественский

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«19» 06 2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Процессы и аппараты химической технологии»
(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	

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)


(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)


(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«19» 06 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)

Аннотация

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» 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:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ОПК-1 «Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов»

ОПК-2 «Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности»

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 химией и химической технологией переработки природного газа.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются овладение теоретическими основами технологических процессов, общими закономерностями их протекания в химической аппаратуре, освоение обобщенных методов моделирования и расчета процессов, изучение наиболее распространенных конструкций химических аппаратов и методов их инженерного расчета.

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
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.В.2 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом имеющихся условий, ресурсов и ограничений
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и	ОПК-1.3.1 знать фундаментальные химические законы, механизмы, химические реакции, превращения и свойства веществ

	материалов	
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.3.1 знать основные принципы организации процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, методы обработки результатов физического эксперимента, методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов ОПК-2.У.1 уметь применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач, проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов, интерпретировать и анализировать результаты построения энерго- и ресурсосберегающих систем
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	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,

	сырья	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»,
- «Общая и неорганическая химия»

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

- «Общая химическая технология»,
- «Теплообменное оборудование»,
- «Основы проектирования химических производств»

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	
		№4	№5
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	10/ 360	4/ 144	6/ 216
Из них часов практической подготовки			
Аудиторные занятия, всего час.	153	68	85
в том числе:			
лекции (Л), (час)	51	34	17
практические/семинарские занятия (ПЗ),	34	17	17

(час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	17	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	72	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	135	40	95
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

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 4					
Раздел 1. Основные понятия и закономерности курса процессов и аппаратов химической технологии. Гидравлика и гидравлические машины. Тема 1.1. Предмет и задачи курса Тема 2.2. Гидростатика.	16	8	8		20
Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты. Тема 2.1. Понятие неоднородной системы Тема 2.2. Физические основы перемешивания в жидких средах	18	9	9		20
Итого в семестре:	34	17	17		40
Семестр 5					
Раздел 3. Тепловые процессы и аппараты. Тема 3.1. Тепловые процессы и аппараты. Тема 3.2. Схемы многокорпусного выпаривания	6	6	17		20
Раздел 4. Массообменные процессы и аппараты. Тема 4.1. Классификация основных массообменных процессов Тема 4.2. Физические основы адсорбции	11	11	17		20
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	17	17	34	17	95
Итого	51	34	51	17	135

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

1	<p>Основные понятия и закономерности курса процессов и аппаратов химической технологии. Гидравлика и гидравлические машины.</p> <p>Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы расчета процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы. Движущая сила, скорость и интенсивность процесса. Основное уравнение процесса.</p> <p>Гидростатика. Гидростатическое давление и его основные свойства. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Некоторые частные приложения основного уравнения гидростатики.</p> <p>Тема 1.2. Гидродинамика. Понятие вязкости жидкости, мгновенной и средней скорости, расхода жидкости. Уравнение расхода и неразрывности потока в интегральной форме. Опыт Рейнольдса. Характеристика режимов движения жидкостей. Критерий Рейнольдса и его физический смысл. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Режимы трения жидкостей. Местные сопротивления. Основы теории подобия. Физическое и математическое моделирование. Условия и теоремы подобия. Обработка дифференциального уравнения движения Навье-Стокса методами теории подобия. Основные критерии гидродинамического подобия и их физический смысл. Гидравлические машины для перемещения жидкостей, сжатия и перемещения газов. Насосы. Основные параметры насосов. Конструкции насосов. Кавитация. Компрессорные машины. Устройство вентиляторов и компрессоров. Параллельное и последовательное соединение гидромашин.</p>
2	<p>Гидромеханические процессы и аппараты.</p> <p>Тема 2.1. Понятие неоднородной системы. Физические основы разделения неоднородных систем под действием силы тяжести. Скорость осаждения в установившемся режиме. Закон Стокса. Метод Лященко. Стесненное осаждение. Материальный баланс процесса разделения. Конструкции отстойников. Физические основы мокрой очистки газов. Конструкции аппаратов для мокрой очистки. Физические основы фильтрования. Движущая сила фильтрования. Дифференциальное уравнение фильтрования. Конструкции фильтров.</p> <p>Тема 2.2. Физические основы процесса разделения неоднородных систем под действием центробежной силы. Принцип действия отстойных и фильтрующих центрифуг,</p>

	<p>сепараторов. Фактор разделения и индекс производительности. Конструкции циклонов и центрифуг. Физические основы перемешивания в жидких средах. Способы перемешивания. Конструкции механических мешалок. Характеристика режимов перемешивания. Понятие рабочей и пусковой мощности. Гидродинамика зернистых материалов. Гидродинамическая картина псевдооживления. Основные параметры кипящего слоя. Аппараты кипящего слоя. Физические основы электроосаждения. Расчет скорости электроосаждения. Конструкции электрофильтров.</p>
3	<p>Тепловые процессы и аппараты.</p> <p>Тема 3.1. Тепловые процессы. Понятие температурного поля и температурного градиента. Физические основы переноса теплоты простейшими способами: теплопроводностью, конвекцией, тепловым излучением. Тепловой закон Фурье. Физические основы конвективного теплообмена. Теплоотдача. Движущая сила и уравнение теплоотдачи. Уравнение конвективного теплообмена в движущейся среде. Основные критерии теплового подобия. Теплоотдача при вынужденном и естественном движении теплоносителя, конденсации и кипении. Физические основы теплопередачи. Движущая сила и уравнение теплопередачи. Схемы движения теплоносителей. Тепловые балансы. Характеристика основных способов нагревания. Конструкции теплообменных аппаратов. Физические основы выпаривания. Сущность однокорпусного и многокорпусного выпаривания. Материальный и тепловой балансы однокорпусного выпаривания.</p> <p>Тема 3.2. Схемы многокорпусного выпаривания. Температурные потери при выпаривании. Полезная разность температур, определение оптимального числа корпусов много корпусной установки. Конструкции аппаратов.</p>
4	<p>Массообменные процессы и аппараты.</p> <p>Тема 4.1. Классификация основных массообменных процессов. Физические основы массопередачи: основные понятия и определения. Способы выражения концентраций фаз. Основные законы статики массопередачи. Диаграммы равновесия. Основные законы кинетики массопередачи, материальный баланс. Движущая сила массопередачи и ее расчет. Уравнение массопередачи, аддитивность фазовых сопротивлений. Диффузионное подобие. Определение основных размеров массообменных аппаратов. Физические основы перегонки. Схемы простой перегонки и перегонки с водяным паром, материальный баланс и определение</p>

	<p>расхода пара на перегонку. Непрерывная и периодическая ректификация. Механизм взаимодействия флегмы и пара на контактных устройствах колонн. Материальный баланс, построение рабочих линий, определение теоретического и действительного числа тарелок. Влияние флегмового числа на работу колонн. Физические основы абсорбции. Материальный и тепловой балансы насадочного абсорбера. Влияние удельного расхода абсорбента на габаритные размеры аппарата. Конструкции ректификационных и абсорбционных колонн.</p> <p>Тема 4.2. Физические основы адсорбции. Основные виды промышленных адсорбентов и их характеристика. Статика и динамика адсорбции. Конструкции адсорберов: с неподвижным и псевдоожиженным слоем сорбента. Физические основы сушки. Свойства влажного воздуха, основные параметры J-X диаграммы. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Кинетика, движущая сила и механизм сушки. Изображение процессов сушки на J-x диаграмме, определение необходимого количества воздуха и теплоты.</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
Семестр 4					
1	Расчет трубопровода. Подбор насоса.	Решение задач	8		1
2	Расчет отстойника. Расчет процесса фильтрования. Расчет процесса центрифугирования. Расчет и подбор циклона. Расчет процесса механического перемешивания. Расчет процесса псевдоожижения.	Решение задач	9		2
Семестр 5					
3	Теплопередача. Расчет кожухотрубчатых	Решение задач	6		3

	<p>теплообменников для различных процессов (нагревание, охлаждение, конденсация). (Тепловой баланс, коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Поверхность теплопередачи.) Выпаривание. Расчет выпарной установки. (Материальный и тепловой балансы. Температура кипения раствора, потери полезной разности температур).</p>				
4	<p>Массопередача. Способы выражения концентраций. Абсорбция. Расчет насадочного абсорбера. (Материальный и тепловой балансы. Построение равновесной и рабочей линий. Расчет расходов компонентов, диаметра и высоты насадки). Ректификация. Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия. (Материальный баланс. Построение рабочих, равновесной, кинетической линий. Определение диаметра, теоретического и</p>	Решение задач	11		4

действительного числа тарелок, высоты колонны). Сушка. Расчет воздушной калориферной сушилки. (Материальный и тепловой балансы. Построение процесса сушки на I x диаграмме для влажного воздуха. Определение расходов воздуха и теплоты на проведение процесса. Поверхность испарения.				
Всего		34		

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 4				
	По теме 1. 1. Исследование гидравлических сопротивлений при движении жидкости в трубопроводах. 2. Исследование работы насоса. 3. Определение коэффициента расхода при истечении жидкости из отверстий и насадков. 4. Исследование режима движения жидкости. 5. Определение гидравлического сопротивления насадочных материалов. 6. Определение поля скоростей в трубопроводе. Примечание: выполняется две работы из приведенного выше списка.	8		1
	1. Определение скорости осаждения одиночных твердых частиц под действием силы тяжести. 2. Исследование движения пузырьков газа,	9		2

	<p>диспергированных в жидкости.</p> <p>3. Определение постоянных процесса фильтрования.</p> <p>4. Исследование механического перемешивания в жидких средах.</p> <p>5. Исследование гидродинамических характеристик псевдосжиженного слоя.</p> <p>6. Исследование процесса разделения неоднородных систем в отстойной центрифуге.</p> <p>7. Определение основных характеристик насадочных тел.</p> <p>Примечание: выполняется две работы из приведенного выше списка.</p>			
Семестр 5				
	<p>1. Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности твердых материалов.</p> <p>2. Исследование процесса теплоотдачи при естественной конвекции.</p> <p>3. Исследование процесса теплоотдачи при вынужденной конвекции.</p> <p>4. Исследование процессов теплоотдачи и теплопередачи при установившемся режиме в различных типах теплообменников.</p> <p>5. Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи при нестационарном процессе конвективного теплообмена в аппарате с циркуляционным перемешиванием.</p> <p>6. Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи при нестационарном процессе конвективного теплообмена в кожухотрубчатом теплообменнике.</p> <p>7. Исследование процесса теплоотдачи при кипении однокомпонентной жидкости в условиях естественной и вынужденной конвекции в аппарате с мешалкой.</p> <p>8. Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи при охлаждении жидкости в аппарате с рубашкой.</p> <p>9. Исследование процесса конденсации водяного пара. Примечание: выполняется две работы из приведенного выше списка.</p>	6		3
	<p>1. Изучение кинетики сушки влажных материалов.</p> <p>2. Определение параметров воздуха и основных характеристик процесса сушки по J-x диаграмме.</p>	11		4

3. Исследование процесса абсорбции в насадочной колонне. 4. Исследование процесса ректификации в колонне периодического действия. 5. Исследование процесса периодической кристаллизации. Примечание: выполняется три работы из приведенного выше списка.			
Всего	51		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: показать глубокое понимание физико-химических основ процесса (гидродинамика, тепло и массообмен, кинетика).

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

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 4, час	Семестр 5, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)			55
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		10	10
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		10	10
Всего:	135	40	95

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.

6. 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/292058	Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 688 с. — ISBN 978-5-507-45950-6. — Текст : электронный	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133736	Процессы и аппараты химической технологии : методические указания / составитель С. Н. Кузнецов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 36 с. — Текст : электронный	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/325196	Янчуковская, Е. В. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Е. В. Янчуковская. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021. — 118 с. — Текст : электронный	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156568	Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Ю. А. Гужель. — Благовещенск : АмГУ, 2019 — Часть 1 : Гидромеханические процессы и аппараты — 2019. — 96 с. — Текст : электронный	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156569	Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Ю. А. Гужель. — Благовещенск : АмГУ, 2019 — Часть 3 : Массообменные процессы и аппараты — 2020. — 145 с. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4505	Лабораторный практикум по тепловым процессам : учебное пособие / Е. П. Барулин, А. С. Кувшинова, Н. А. Литова, В. Н. Исаев. — Иваново : ИГХТУ, 2009. — 65 с. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная	Воронин, В. М. Процессы и	

система. — URL: https://e.lanbook.com/book/195278 .	аппараты химической технологии: лаб. практикум : учебное пособие / В. М. Воронин, Е. В. Игнатова, В. М. Ушанова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 108 с. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/428708	Рузанов, С. Р. Процессы и аппараты химической технологии. Курсовое проектирование. Примеры расчетов : учебное пособие / С. Р. Рузанов, С. И. Смирнов, А. М. Петровский. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 248 с. — ISBN 978-5-9729-1628-3. — 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
1	Microsoft Office Professional Plus
2	Microsoft Windows 10 Professional
3	Microsoft Visio
4	Gnu/Linux (Ubuntu)
5	OpenOffice

6	LibreOffice
7	Firefox
8	Acrobat Reader DC
9	Консультант Плюс
10	7-Zip

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
	Не предусмотрено

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, курсового проектирования, самостоятельной работы № 208</p> <p>Основное оборудование: стол преподавателя – 1 шт. столы ученические – 19 шт. стулья – 25 шт. доска маркерная – 1 шт. Монитор Philips 223v/ Монитор ASUS VP228DE – 13 шт ПЭВМ Universal D1\D2 – Core i3 8 ОЗУ 8GB, VGA 2GB – 13 шт Клавиатура + мышь Мышь Logitech 8 – 13 шт Лазерный ЧПУ станок GKTools GK-LM4545Pro - 1 шт. Антистатический сборочный стол с заземлением – 2 шт. Проектор Benq MW550 – 1 шт. Ноутбук Acer Aspire 3 1 шт. Удлинитель HDMI сигнала ORIENT VE045 -1 шт. Экран для проектора Cactus Wallscreen CS-PSW-187x332 1 шт. Потолочное крепление Kromax PROJECTOR-300 -1 шт. Кабель HDMI Buro HDMI 1.4 -1 шт. Коммутатор 16 port - 1шт</p>	208
2	<p>Лаборатория аналитической химии. Шкаф вытяжной химической 1610x930x2350мм, с подведением вентиляционной системой Тумба вентилируемая встраиваемая в вытяжной шкаф</p>	

1500x565x690, с подведением вентиляционной системой
Тумба вентилируемая встраиваемая в вытяжной шкаф 1400x570x600 трехдверная для хранения ЛВЖ
Стол островной-химический 6-местный по 3 рабочих зоны с каждой стороны. СОХ-К-К3, габариты 3600x1500x900/2135 - для 6 рабочих мест с подведением вентиляционной системы на 6 рабочих точек
Стол титровальный Каркас сталь порошковое покрытие, размеры: 1200x650x900/1850
Шкаф вытяжной для термокамер 950x730x900/2130, сталь порошковое покрытие
Тумба подкатная, три ящика, сталь Сталь порошковое покрытие, три ящика. Размеры: 500x450x710 – 24 шт.
Стол весовой, весовая плита 450x500 на независимой опоре
Сталь порошковое покрытие, 900x610x800
Табурет лабораторный -24 шт.
Стул лабораторный - 24 шт.
Стол лабораторный Каркас сталь порошковое покрытие, полки МДФ. Размеры: 900x600x900 – 24 шт.
Стол преподавателя письменный – 1 шт.
Шкаф навесной
Каркас сталь порошковое покрытие, полки МДФ. размеры 1200x330x450
Шкаф для посуды, приборов и документов 900x550x1850
Стол пристенный химический 1200x650x900/2135
Мойка Сталь порошковое покрытие, 1200x650x900/1850
Шкаф для химреактивов Покрытие МДФ, каркас сталь, 600x550x1850
Шкаф для хранения ЛВЖ. Сталь, порошковое покрытие, 600x610x1955
Интерактивный комплекс многофункциональный дисплей со встроенным ПК
Напольная стойка для интерактивного комплекса 42"-90" на колесах
ПК преподавателя процессор 4x3.6 ГГц, 8 ГБ DDR4, SSD 512 ГБ, HDD-2Тб, монитор 21,5" full HD 1980*1024, манипулятор мышь+клавиатура тип USB
Металлографический микроскоп исследовательского класса
Диапазон увеличения микроскопа 50, 100, 200, 500, 1000.
Оптический микроскоп. Диапазон увеличения, от 40 до 400. Угол наклона тубусов, 30° регулировка межзрачкового расстояния 55-75 мм.
Сканирующий зондовый микроскоп
Аналитические весы
Наибольший предел взвешивания 210 г. Дискретность 0,0001. Нелинейность 0,0003.
Технохимические весы Предел взвешивания, 1-1000 г.
Прецизионные весы
Максимальный вес взвешивания 420 г. Дискретность 0.01
Спектрофотометр + набор кювет
Спектральный диапазон, Нм. от 190 до 1100. Диапазон

	<p>измерений спектральных коэффициентов направленного пропускания 1-99%</p> <p>Диспергатор универсальный</p> <p>Дистиллятор лабораторный, производительность, 4 литр/ч</p> <p>Ультразвуковая мойка</p> <p>Лабораторная Центрифуга Вращающий момент, 6000 об/мин. 6000.</p> <p>Многоместная магнитная мешалка с подогревом Диапазон нагревания температур, 50-500°C</p> <p>Нагревательная плитка. мощность нагрева 1000 Вт 1000.</p> <p>Сушильный шкаф лабораторный. Максимальная температура, 350 °С , Объем рабочей камеры, 80 м³</p> <p>Рефрактометр Рабочая длина волны, 584 Нм</p> <p>Сосуд Дьюара. Вместимость, 16 л.</p> <p>Муфельная печь Максимальная температура нагрева, 1100°C.</p> <p>Электронный термометр Диапазон измерения температуры -50-+150°C</p> <p>Кондуктометр лабораторный</p> <p>Погрешность, 0,5%, термокомпенсация, 50°C 50.</p> <p>Кондуктометр-солемер Погрешность 2%</p> <p>Термокомпенсация, 50 °С 50.</p> <p>Автоматические микропипетки переменного объёма тип 1</p> <p>Автоматические микропипетки переменного объёма, тип 2</p> <p>Автоматические микропипетки переменного объёма, тип 3</p> <p>Автоматические микропипетки постоянного объёма, Тип 1</p> <p>Автоматические микропипетки постоянного объёма, Тип 2</p> <p>Автоматические микропипетки постоянного объёма, Тип 3</p> <p>Автоматические микропипетки постоянного объёма, Тип 4</p> <p>Вискозиметр, тип 1</p> <p>Вискозиметр, тип 2</p> <p>Набор ареометров</p> <p>Термометр спиртовой</p> <p>Барометр</p> <p>Психрометр гигрометр тип 1</p> <p>Психрометр гигрометр тип 2</p> <p>Термогигрометр электронный</p> <p>Измеритель давления и расхода (трубка ПИТО)</p> <p>Манометр</p> <p>Штангенциркуль</p> <p>Мультиметр</p>	
3	<p>Помещения для организации самостоятельной работы № 111</p> <p>Библиотека, читальный зал:</p> <p>Мебель;</p> <p>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»;</p> <p>Оборудованные места для самостоятельной работы, зонированные офисными перегородками – бшт.</p>	111

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	
--	--

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.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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.
«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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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.	1. Цель, предмет и задачи курса процессов и аппаратов. Понятие процесса и технологии.	УК-2.В.2
2.	2. Классификация основных процессов химической технологии (в зависимости от законов, определяющих скорость их протекания; по способу организации; в зависимости от изменения параметров во времени).	ОПК-1.3.1
3.	Идеализированные модели структуры потоков. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы.	ОПК-2.3.1
4.	Движущая сила, скорость и интенсивность процесса. Основное уравнение процесса.	ОПК-2.У.1
5.	. Гидростатика и предмет ее изучения. Понятие идеальной и реальной жидкости, их свойства. Капельные и упругие жидкости. Физические свойства жидкостей.	ОПК-3.В.1
6.	Классификация сил, действующих в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства, единицы измерения в системе СИ.	ОПК-4.3.1
7.	Понятие абсолютного, внешнего (атмосферного), избыточного давления и величины вакуума. Физические и технические атмосферы, соотношения между различными единицами давления.	ОПК-4.У.1
8.	Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретация.	ОПК-4.У.2
9.	Уравнение Паскаля. Давление на дно и стенку сосуда.	ОПК-4.У.3
10.	Практические приложения основного уравнения гидростатики: принцип сообщающихся сосудов, пневматический измеритель уровня, работа гидравлического пресса.	ОПК-4.В.1
11.	Гидродинамика и предмет ее изучения. Внутренняя, внешняя и смешанная задачи гидродинамики. Понятие вязкости, мгновенной и средней скорости, расхода жидкости, единицы их измерения в системе СИ. Уравнения расхода.	ОПК-5.В.1
12.	Уравнение неразрывности (сплошности) потока.	ОПК-2.3.1
13.	Опыты Рейнольдса, режимы движения жидкостей и их характеристика, понятие эквивалентного диаметра и его расчет.	ОПК-2.У.1
14.	Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Л.Эйлера.	ОПК-3.В.1
15.	Уравнение Д.Бернулли для идеальной жидкости, геометрический и энергетический смысл членов этого уравнения.	ОПК-4.3.1
16.	Уравнение Д.Бернулли для реальной жидкости, его физическая и геометрическая интерпретации.	ОПК-4.У.1
17.	Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Понятие местного сопротивления, типы местных сопротивлений, расчет потерь напора и давления на местных сопротивлениях.	ОПК-4.У.2
18.	Режимы трения жидкостей и их характеристика. Понятие абсолютной и относительной шероховатости, гладкости трубопровода. Расчет потерь напора и давления на трение.	ОПК-4.У.3

19.	Классификация насосов. Основные параметры насоса: подача, напор, потребляемая мощность, КПД.	ОПК-4.В.1
20.	Схема насосной установки и ее описание. Напор, создаваемый насосом для проектируемой и действующей установки. Расчет напора по показаниям манометра и вакуумметра.	ОПК-2.3.1
21.	Три способа переноса теплоты. Физические основы теплопередачи, основные понятия и определения. Тепловые балансы.	ОПК-2.У.1
22.	Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл, размерность.	УК-2.В.2
23.	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности, его физический смысл, размерность.	ОПК-1.3.1
24.	Уравнения теплопроводности плоской и цилиндрической стенок.	ОПК-2.3.1
25.	Уравнения теплопроводности плоской многослойной и цилиндрической многослойной стенок.	ОПК-2.У.1
26.	Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа. Определение количества теплоты при взаимном излучении двух твердых тел.	УК-2.В.2
27.	Конвективный теплообмен. Закон теплоотдачи Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл, размерность. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи.	ОПК-4.3.1
28.	Теплопередача как сложный вид теплообмена. Уравнение теплопередачи. Коэффициент	ОПК-4.У.1
29.	теплопередачи, его физический смысл, размерность и расчет.	ОПК-4.У.2
30.	Взаимные направления движения теплоносителей. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при различных взаимных направлениях теплоносителей.	ОПК-4.У.3
31.	Классификация теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Разновидности конструкций, области применения.	ОПК-4.В.1
32.	. Классификация теплообменных аппаратов. Спиральные, пластинчатые, оросительные теплообменники. Области применения.	ОПК-2.3.1
33.	Нагревающие агенты и способы нагревания.	ОПК-2.У.1
34.	Охлаждающие агенты, способы охлаждения и конденсации.	УК-2.В.2
35.	Физические основы выпаривания. Способы выпаривания.	ОПК-1.3.1
36.	Однокорпусное выпаривание. Тепловой и материальный балансы.	ОПК-4.3.1
37.	Температурные потери и полезная разность температур. Расчет температуры кипения раствора.	ОПК-4.У.2
38.	Физическая сущность многокорпусного выпаривания. Определение оптимального числа корпусов выпарной установки.	ОПК-4.У.3
39.	Материальный и тепловой балансы многокорпусных установок.	ОПК-4.В.1
40.	Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз.	ОПК-5.В.1
41.	. Равновесие между фазами. Линия равновесия. Правило фаз. Закон Генри. Закон Рауля.	ОПК-4.У.2
42.	Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера).	ОПК-4.У.3
43.	Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.	ОПК-4.В.1
44.	Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит.	ОПК-5.В.1
45.	.Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи	ОПК-4.У.2
46.	Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений.	ОПК-4.У.3
47.	Абсорбция: физическая сущность и разновидности процесса. Закон равновесия при абсорбции. Тепловой эффект абсорбции. Материальный баланс противоточного абсорбера.	ОПК-4.В.1
48.	Уравнение рабочей линии противоточного абсорбера. Влияние удельного расхода абсорбента на габариты аппарата.	ОПК-5.В.1
49.	Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции поверхностных и насадочных абсорберов.	ОПК-4.У.2

50.	Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции насадочных и барботажных абсорберов. Типы тарелок	ОПК-4.У.2
51.	Дистилляция и ректификация: назначение и физическая сущность процессов. Иллюстрация принципа осуществления этих процессов на диаграмме температура-состав.	ОПК-4.У.3
52.	Простая дистилляция. Варианты осуществления и области применения процесса. Схема установки. Материальный баланс процесса	ОПК-4.В.1
53.	Физические основы непрерывной ректификации. Схема установки и ее принцип работы.	ОПК-5.В.1
54.	.Схема ректификационной установки непрерывного действия и ее принцип работы. Материальный баланс верхней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций для этой части.	ОПК-4.У.2
55.	Схема ректификационной установки непрерывного действия и ее принцип работы. Материальный баланс нижней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций для этой части.	ОПК-4.У.3
56.	Сушка. Физическая сущность процесса. Способы тепловой сушки. Формы связи влаги с материалом.	ОПК-4.В.1
57.	Способы количественной оценки влагосодержания материала. Материальный баланс процесса сушки.	ОПК-5.В.1
58.	Конструкции туннельной и барабанной сушилок.	ОПК-4.У.2
59.	Конструкции ленточной и вальцевой сушилок.	ОПК-4.У.3

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
1.	Проектирование теплообменников (кожухотрубчатых, спиральных, змеевиковых) и конденсаторов.
2.	Проектирование выпарных аппаратов (однокорпусные и многокорпусные установки)
3.	Проектирование насадочных и барботажных абсорбционных колонн
4.	Проектирование насадочных и барботажных ректификационных колонн
5.	Проектирование сушильных установок (барабанных, со взвешенным слоем материала).

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.	Какое из перечисленных свойств является плотностью жидкости? 1) относительное изменение объема жидкости (газа) при нагревании или охлаждении на 1 градус; 2) масса М единицы объема V тела; 3) вес G единицы объема V тела;	ОПК-2.3.1

	4) объем V единицы массы M тела.	
2.	<p>Какое из перечисленных свойств является удельным весом жидкости?</p> <p>1) относительное изменение объема жидкости (газа) при нагревании или охлаждении на 1 градус;</p> <p>2) масса M единицы объема V тела;</p> <p>3) вес G единицы объема V тела;</p> <p>4) объем V единицы массы M тела.</p>	ОПК-2.У.1
3.	<p>Какое из перечисленных свойств является удельным объемом жидкости?</p> <p>1) относительное изменение объема жидкости (газа) при нагревании или охлаждении на 1 градус;</p> <p>2) масса M единицы объема V тела;</p> <p>3) вес G единицы объема V тела;</p> <p>4) объем V единицы массы M тела.</p>	УК-2.В.2
4.	<p>Какое из перечисленных свойств является коэффициентом объемного расширения жидкости?</p> <p>1) относительное изменение объема жидкости (газа) при нагревании или охлаждении на 1 градус;</p> <p>2) масса M единицы объема V тела;</p> <p>3) вес G единицы объема V тела;</p>	ОПК-4.3.1
5.	<p>Что называют избыточным давлением?</p> <p>1) разность между абсолютным давлением и атмосферным;</p> <p>2) давление в замкнутом пространстве;</p> <p>3) разность между атмосферным и абсолютным давлениями;</p> <p>4) отношение силы, действующей на поверхность в жидкости к площади этой поверхности.</p>	ОПК-4.У.1
6.	<p>Что называют величиной вакуума?</p> <p>1) разность между абсолютным давлением и атмосферным;</p> <p>2) давление в замкнутом пространстве;</p> <p>3) разность между атмосферным и абсолютным давлениями;</p> <p>4) отношение силы, действующей на поверхность в жидкости к площади этой поверхности.</p>	ОПК-4.У.2
7.	<p>Что называют абсолютным давлением?</p> <p>1) разность между абсолютным давлением и атмосферным;</p> <p>2) давление в замкнутом пространстве;</p> <p>3) разность между атмосферным и абсолютным давлениями;</p> <p>4) отношение силы, действующей на поверхность в жидкости к площади этой поверхности.</p>	ОПК-4.У.3
8.	<p>Какой из перечисленных процессов называется адсорбцией?</p> <p>1) процесс поглощения газов или паров из газовых или парогазовых смесей жидкими поглотителями;</p> <p>2) процесс поглощения газов или паров из газовых или парогазовых смесей твердыми поглотителями;</p> <p>3) процесс многократного частичного испарения жидкости с последующей конденсацией ее паров;</p> <p>4) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных жидких растворителей;</p>	ОПК-4.В.1
9.	<p>Полная компенсация температурных напряжений обеспечивается в теплообменниках...</p> <p>1) с неподвижными трубными решетками</p>	ОПК-2.3.1

	2) с U-образными трубами * 3) с плавающей головкой * 4) с компенсатором на кожухе	
10.	Найти соответствие между типом тарелки и основными эксплуатационными показателями: 1. S-образные А. динамический режим работы 2. клапанные Б. узкий диапазон нагрузок 3. Ситчатые В. Точность установки и работа с чистыми жидкостями 4. решетчатые Г. колпачковая часть обращена в сторону слива жидк.	ОПК-2.У.1
11.	Найти соответствие между аппаратами и характерными аварийными ситуациями 1. теплообменники жесткой конструкции 2. трубный змеевик 3. абсорбер 4. дымоход трубчатых печей А. взрыв Б. разгерметизация вследствие температурных деформаций В. возгорание сажи Г. прогар и возгорание сырья	УК-2.В.2
12.	К аппаратам внешней пылеочистки на установках с псевдооживленным слоем катализатора относятся 1) циклоны 2) скрубберы * 3) электрофильтры * 4) рукавные фильтры	ОПК-1.3.1
13.	Какой вид теплообменника применяется для непосредственного контакта теплоносителей? 1) Пластинчатый теплообменник 2) Трубчатый теплообменник 3) Спиральный теплообменник 4) Кожухотрубный теплообменник	ОПК-4.3.1
14.	Как называется аппарат, используемый для нагревания жидкостей до кипения с последующим конденсированием паров? 1) Фильтр 2) Сепаратор 3) Реактор 4) Паровой котел	ОПК-4.У.2
15.	Для предотвращения подсоса воздуха через сальники предусмотрена камера гидравлического затвора, в которую непрерывно поступает вода. Это характерно для...насосов. 1) Центробежных 2) Поршневых 3) Ротационных 4) Вакуум-насосов *	ОПК-4.У.3
16.	В конвективных сушилках используют 1) сушильные агенты * 2) токи высокой частоты 3) обогреваемые перегородки	ОПК-4.В.1
17.	При остановке центробежного насоса следует сначала	ОПК-5.В.1

	<ol style="list-style-type: none"> 1) остановить привод 2) закрыть задвижку на напорном трубопроводе * 3) дренировать перекачиваемую жидкость 4) закрыть задвижку на приемном трубопроводе 	
18.	<p>Реакцию и регенерацию катализатора проводят в одном аппарате</p> <p>в реакторах с рубашкой и мешалкой в реакторах с неподвижным слоем катализатора * в реакторах с псевдооживленным слоем катализатора</p>	ОПК-4.У.2
19.	<p>Реакцию и регенерацию катализатора проводят в одном аппарате</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) в реакторах с рубашкой и мешалкой 2) в реакторах с неподвижным слоем катализатора * 3) в реакторах с псевдооживленным слоем катализатора 	ОПК-4.У.3
20.	<p>Укажите, какое из выражений напора действующего насоса является наиболее правильным?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $H=(P_M+P_B)/\gamma+h_{BC}+h_{H.}$ 2) $H=P_M+P_B+h_0.$ 3) $H=(P_M+P_B)/\gamma+h_0$ 4) $H=(P_M+P_B)/\gamma+h_{П.ВС}+h_{П.Н.}$ 5) $H=(P_M+P_B)/HН+C$ 	ОПК-4.В.1
21.	<p>Для перекачки слабого раствора серной кислоты в количестве 100м³/час при давлении 1 атм. и температуре 850С необходимо подобрать насос. Укажите, какой насос следует выбрать?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Шестеренчатый. 2) Пропеллерный (осевой). 3) Центробежный герметический. 4) Поршневой (плунжерный). 5) Вихревой. 	ОПК-5.В.1
22.	<p>Что такое процесс центрифугирования и сепарирования?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Разделение неоднородных систем под действием объема тяжести. 2) Разделение неоднородных систем под действием центробежных сил. 3) Разделение неоднородных систем под действием разности давлений перед и после фильтровальной перегородки; 4) Разделение неоднородных систем под действием гравитационных сил; 5) Разделение неоднородных систем под действием напора жидкости; 	ОПК-4.У.2

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;
- Презентация;

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Решение ситуационных задач.

Вид практического занятия, на котором решаются компетентностно-ориентированные задачи, имеющие ярко выраженный практический характер и для решения которой необходимы предметные знания по дисциплине. Процесс решения ситуационной задачи соответствует схеме: знание–понимание–применение–анализ–синтез–оценка. При решении практических задач обучающийся понимает реальную цену знаниям.

11.3. 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>.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Курсовой проект по процессам и аппаратам химических технологий состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка проекта должна содержать следующие материалы, оформленные в определенной последовательности:

Титульный лист

Задание на проектирование

Содержание

Введение

1. Технологическая часть

1.1. Теоретические основы процесса

1.2. Выбор и описание технологической схемы и основного оборудования

2. Расчетная часть

2.1. Кинетический расчет

2.2. Материальный баланс

2.3. Тепловой баланс

2.4. Конструктивный расчет основного аппарата

2.5. Гидравлический расчет

2.6. Выбор вспомогательного оборудования

Выводы

Список используемой литературы

Графическая часть курсового проекта представляет собой чертеж общего вида основного аппарата, оформленного в соответствии с требованиями ЕСКД, предъявляемых к выполнению технического проекта. Объем графической части один лист формата А1.

11.5. 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).

11.6. 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.

11.7. 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