

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Процессы и аппараты химической технологии

Кафедра экологической химии и технологии
химический факультет

Образовательная программа
18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата)

«12» марта 2015г. № 227.

Разработчик: кафедра экологической химии и технологии, Исаев А.Б. - к.х.н., доцент


Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры экологической химии и технологии
от «25» января 2017г., протокол № 5

И.о. зав. кафедрой  Исаев А.Б.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «17» февраля 2017г., протокол № 6

Председатель  Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением « 14 » 04 2017г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Процессы и аппараты химической технологии входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой экологической химии и технологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ПК-7, ПК-17, ПК-18.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме зачета, экзамена.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе 180 академических часов по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза мен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
6	180	28	40			112	зачет, экзамен	

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Процессы и аппараты в химической технологии являются изучение основных типовых процессов химической технологии, изучение принципов работы аппаратов и их конструктивные особенности, изучение методов расчета процессов и аппаратов для осуществления производственного цикла.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина Процессы и аппараты химической технологии входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Изучение теории и практики процессы и аппараты в химической технологии начинается после прохождения студентами материала курса «Общая и неорганическая химия», «Экологическая химия», «Химия элементов», «Материаловедение и защита от коррозии», «Контроль качества, метрология, стандартизация и сертификация продукции в химической технологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-7	готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств	Знать: основные характеристики химических процессов; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; методы теоретического расчета, проектирования и оптимизации процессов и аппаратов химико-технологических процессов; Уметь: определять основные характеристики процессов; использовать математические модели процессов; определять параметры процессов в промышленных аппаратах. Владеть: методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы аппаратов; методами расчета типовых процессов химической технологии.
ПК-17	способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с	Знать: теоретические основы химико-технологических процессов и устройство основных типов применяемых машин и аппаратов; общие принципы расчета и назначения технологических параметров

	закономерности, определяющие протекание процессов, принципы их расчета и исследования	6	2-3	4		6		10	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>			6		6		24	Коллоквиум
Модуль 2. Основы гидравлических процессов.									
1	Гидростатика	6	3-4	4				6	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
3	Гидродинамика	6	5-6	4		6		4	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
3	Насосы	6	7	2		6		4	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>			10		12		14	Коллоквиум
Модуль 3. Механические и гидромеханические процессы									
1	Процессы измельчения	6	8	2				10	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Отстаивание и осажждение	6	9-10	2		6		4	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
3	Фильтрование	6	11-12	2		6		4	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 3:</i>			6		12		18	Коллоквиум
Модуль 4. Основы теплообмена. Тепловые процессы.									
1	Тепловые процессы	6	13	2				8	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Теплообменная аппаратура	6	14-15	2		6		6	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
3	Выпаривание	6	16	2		4		6	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 4:</i>			6		10		20	Коллоквиум
Модуль 5. Подготовка к экзамену									
	Подготовка к экзамену	6						36	зачет, экзамен
	<i>Итого по модулю 5:</i>							36	зачет, экзамен
	ИТОГО:			28		40		112	зачет, экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Теоретические основы процессов и аппаратов химической технологии

Тема 1. Основные понятия процессов и аппаратов химической технологии. Предмет и задачи курса. История развития науки о процессах и аппаратах. Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие науки о процессах и аппаратах. Типы химических производств. Система единиц измерения физических величин. Классификация машин и аппаратов и требования к ним: технологические, эксплуатационные, конструктивные, эргономические и экономические.

Тема 2. Основные физические закономерности, определяющие протекание процессов, принципы их расчета и исследования. Основные

физические закономерности, определяющие протекание процессов, принципы их расчета и исследования. Принцип Ле-Шателье. Правило фаз Гиббса. Материальный и энергетический балансы. Феноменологический метод и кинетические закономерности для основных классов процессов. Физическое и математическое моделирование. Теория подобия. Метод анализа размерностей. Общие принципы расчета процессов и аппаратов. Физико-химические и теплофизические свойства сред, участвующих в процессах. Однородные и неоднородные смеси. Плотность. Вязкость. Поверхностное натяжение. Теплоемкость. Теплопроводность. Теплота фазового перехода.

Модуль 2. Основы гидравлических процессов.

Тема 3. Гидростатика. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнения Навье-Стокса). Физический смысл уравнений. Частные случаи написания уравнений. Уравнения Эйлера. Уравнение неразрывности. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Примеры практического использования основного уравнения.

Тема 4. Гидродинамика. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для потоков идеальной и реальной жидкостей и его физический смысл. Геометрический, пьезометрический и гидродинамический напоры. Гидродинамическое сопротивление и потерянный напор. Критериальные уравнения движения вязкой жидкости. Режимы движения жидкости: ламинарный, переходный и турбулентный. Уравнение Дарси-Вейсбаха. Коэффициенты гидравлического сопротивления и их определение. Потери напора на местных сопротивлениях. Коэффициенты местного сопротивления.

Тема 5. Насосы. Расчет трубопроводов. Насосы. Классификация и основные особенности конструкций. Общая схема насосной установки. Характеристики насоса и сети. Принципы подбора основных типов насосов.

Модуль 3. Механические и гидромеханические процессы

Тема 6. Процессы измельчения. Физические основы измельчения. Классификация и устройство основных типов измельчающих машин. Классификация твердых материалов. Физические основы классификации. Классификация зернистых материалов. Устройство и работа основных типов классифицирующих машин. Процессы формования. Общие сведения. Обезвоживание и брикетирование. Экструзия, гранулирование и формование. Классификация и устройство основных типов машин для формования.

Тема 7. Отстаивание и осаждение. Основы гидрокинетики. Классификация неоднородных систем. Классификация процессов разделения. Материальный баланс процессов разделения. Кинетика осаждения и кинетика фильтрования. Фактор формы частицы. Критериальные уравнения осаждения для различных режимов. Критериальное уравнение фильтрования. Процессы отстаивания и осаждения жидких неоднородных систем. Отстаивание под действием гравитационных сил. Осаждение под действием центробежных сил. Фактор разделения. Классификация и устройство оборудования для отстаивания и осаждения.

Расчет производительности отстойников и осадительных центрифуг.

Тема 8. Фильтрование. Процессы фильтрования. Виды фильтрования. Движущие силы и скорость. Классификация и устройство оборудования для фильтрования жидких неоднородных систем. Расчет производительности фильтровальных машин и аппаратов. Процессы разделения неоднородных газовых систем. Гравитационная очистка газов. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил. Фильтрование газов через пористые перегородки. Мокрая очистка газов. Осаждение под действием электрического поля. Классификация и устройство газоочистительного оборудования. Процессы псевдооживления. Назначение процесса. Физические основы процесса и основные понятия: кривая псевдооживления, скорость начала псевдооживления, скорость уноса, гидравлическое сопротивление слоя. Классификация и устройство аппаратов с псевдооживленным слоем. Методы расчета указанных процессов и аппаратов. Процессы перемешивания. Назначение процесса и оценка качества перемешивания. Перемешивание жидких, пластических и сыпучих сред. Классификация и устройство основных типов смесительных машин. Принципы расчета механических мешалок.

Модуль 4. Основы теплообмена. Тепловые процессы.

Тема 9. Тепловые процессы. Физические основы теплообмена. Общая характеристика процессов. Тепловой поток. Движущая сила. Основное уравнение теплопередачи. Способы передачи тепла. Основной закон теплопроводности (закон Фурье). Коэффициент теплопроводности. Тепловой поток через плоскую и составную стенки. Тепловое излучение и законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа и Ламберта. Расчет лучистого теплообмена для простых случаев. Конвективный теплообмен и закон Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения Фурье и Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия и критериальные уравнения. Сложный теплообмен. Расчет коэффициента теплопередачи для наиболее распространенных случаев сложного теплообмена. Расчет среднего температурного напора для различных случаев движения теплоносителей. Нагревание, испарение, конденсация и охлаждение в производстве. Принципиальные схемы установок для нагревания водой, паром, топочными газами, электрическим током. Технологические схемы установок для охлаждения водой, льдом, воздухом.

Тема 10. Теплообменная аппаратура. Классификация и устройство теплообменной аппаратуры. Расчет коэффициентов теплоотдачи для рекуперативных теплообменников и теплообменных устройств реакторов. Основные положения метода расчета рекуперативных теплообменников. Подбор теплообменников.

Тема 11. Выпаривание. Процессы выпаривания. Физико-химические основы. Классификация процессов выпаривания. Технологические схемы установок для простого и многократного выпаривания и выпаривания с применением теплового насоса. Тепловой и материальный балансы. Расчет выпарных установок. Классификация и устройство выпарных аппаратов.

Темы лабораторных работ

1. Исследование реологических свойств жидкостей и дисперсных систем (вязкость, поверхностное натяжение, плотность и т.д.)
2. Исследование кинетики гравитационного осаждения
3. Разделение гетерогенных систем в центробежном поле
4. Изучение процесса фильтрации
5. Определение степени сухости водяного пара
6. Определение расхода жидкости при истечении через отверстия
7. Иллюстрация режимов движения жидкости
8. Изучение процесса газа сжатия в одноступенчатом компрессоре
9. Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе».

5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- ✓ на лекциях используется демонстративный материал в виде презентаций;
- ✓ решение ситуационных задач;
- ✓ расчетные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится дифференцированный зачет.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к зачету.
7. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

		лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к зачету.	Устный или письменный опрос	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
5.	Подготовка к экзамену.	Опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

Итоговый контроль проводится в виде устного экзамена.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-7	Знать: основные характеристики химических процессов; рассчитывать	Устный опрос, письменный опрос

	параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; методы теоретического расчета, проектирования и оптимизации процессов и аппаратов химико-технологических процессов;	
	Уметь: определять основные характеристики процессов; использовать математические модели процессов; определять параметры процессов в промышленных аппаратах.	Письменный опрос
	Владеть: методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы аппаратов; методами расчета типовых процессов химической технологии.	Мини-конференция
ПК-17	Знать: теоретические основы химико-технологических процессов и устройство основных типов применяемых машин и аппаратов; общие принципы расчета и назначения технологических параметров химических процессов и методы подбора машин и аппаратов для их реализации.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: выполнять расчеты основных размеров машин и аппаратов; рассчитывать оптимальные режимы процессов и подбирать необходимые для этого машины и аппараты.	Письменный опрос
	Владеть методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; навыками работы со специальными программами.	Мини-конференция
ПК-18	Знать: основы информационных технологий, основные возможности и правила работы с программными продуктами при решении профессиональных задач	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать эффективность производства; применять программное обеспечение при решении задач охраны окружающей среды	Письменный опрос
	Владеть: навыками выполнения проектных работ и технологических расчетов оборудования с привлечением вычислительной техники, стандартных и оригинальных программ	Мини-конференция

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «Готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основные характеристики химических процессов; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; методы теоретического расчета, проектирования и оптимизации процессов и аппаратов химико-технологических процессов;	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь: определять основные характеристики процессов; использовать математические модели процессов; определять параметры процессов в промышленных аппаратах.	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
	Владеть: методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы аппаратов; методами расчета типовых процессов химической технологии.	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

ПК-17

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий» (приводится

содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: теоретические основы химико-технологических процессов и устройство основных типов применяемых машин и аппаратов; общие принципы расчета и назначения технологических параметров химических процессов и методы подбора машин и аппаратов для их реализации.	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь: выполнять расчеты основных размеров машин и аппаратов; рассчитывать оптимальные режимы процессов и подбирать необходимые для этого машины и аппараты.	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
	Владеть методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; навыками работы со специальными программами.	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

ПК-18

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью проектировать отдельные узлы (аппараты) с использованием автоматизированных прикладных систем» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основы информационных технологий, основные возможности и правила работы с программными	Знает основные правила «компьютерной гигиены», требования	Знает типы операционных систем и основные возможности	Знает основные правила и приемы составления

продуктами при решении профессиональных задач	информационной безопасности применительно к профессиональной сфере деятельности	Microsoft Office для решения задач профессиональной сферы деятельности	библиографических баз данных с использованием стандартного программного обеспечения
Уметь: рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать эффективность производства; применять программное обеспечение при решении задач охраны окружающей среды	Умеет использовать основные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных	Умеет использовать стандартное программное обеспечение при обработке экспериментальных данных	Умеет использовать несколько программных продуктов для обработки экспериментальных данных и докладов
Владеть: навыками выполнения проектных работ и технологических расчетов оборудования с привлечением вычислительной техники, стандартных и оригинальных программ	Владеет начальными навыками работы со специальными программами	Владеет навыками работы со специальными программами	Хорошо владеет навыками работы со специальными программами

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Контрольная работа

1. Основные понятия процессов и аппаратов химической технологии. Предмет и задачи курса.
2. Расчет выпарных установок.
3. Классификация и устройство выпарных аппаратов.
4. Гидродинамическое сопротивление и потерянный напор.
5. Типы химических производств.
6. Система единиц измерения физических величин.
7. Режимы движения жидкости: ламинарный, переходный и турбулентный
8. Технологические схемы установок для простого и многократного выпаривания и выпаривания с применением теплового насоса.
9. Тепловой и материальный баланс выпаривания.
10. Основные физические закономерности, определяющие протекание процессов, принципы их расчета и исследования. Принцип Ле-Шателье. Правило фаз Гиббса. Материальный и энергетический балансы.
11. Уравнение Дарси-Вейсбаха.
12. Коэффициенты гидравлического сопротивления и их определение.

13. Процессы выпаривания. Физико-химические основы.
14. Классификация процессов выпаривания.
15. Физико-химические и теплофизические свойства сред, участвующих в процессах.
16. Однородные и неоднородные смеси. Плотность. Вязкость. Поверхностное натяжение.
17. Потери напора на местных сопротивлениях.
18. Коэффициенты местного сопротивления.
19. Классификация и устройство теплообменной аппаратуры.
20. Основные положения метода расчета рекуперативных теплообменников.
21. Основы гидравлических процессов.
22. Расчет трубопроводов.
23. Критерии теплового подобия и критериальные уравнения.
24. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнения Навье-Стокса). Физический смысл уравнений. Частные случаи написания уравнений.
25. Насосы. Классификация и основные особенности конструкций.
26. Общая схема насосной установки.
27. Конвективный теплообмен и закон Ньютона.
28. Коэффициент теплоотдачи.
29. Уравнения Эйлера. Уравнение неразрывности.
30. Отстаивание и осаждение.
31. Тепловое излучение и законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа и Ламберта.
32. Расчет лучистого теплообмена для простых случаев.
33. Основное уравнение гидростатики. Приборы для измерения давления.
34. Примеры практического использования основного уравнения.
35. Фильтрация.
36. Способы передачи тепла.
37. Основной закон теплопроводности (закон Фурье). Коэффициент теплопроводности.
38. Основы гидродинамики.
39. Уравнение Бернулли для потоков идеальной и реальной жидкостей и его физический смысл.
40. Классификация процессов разделения.
41. Материальный баланс процессов разделения.
42. Тепловые процессы. Физические основы теплообмена.
43. Геометрический, пьезометрический и гидродинамический напоры.
44. Кинетика осаждения и кинетика фильтрации.
45. Критериальные уравнения осаждения для различных режимов.
46. Критериальное уравнение фильтрации.
47. Перемешивание жидких, пластических и сыпучих сред.
48. Классификация и устройство основных типов смесительных машин.
49. Критериальные уравнения движения вязкой жидкости.
50. Процессы отстаивания и осаждения жидких неоднородных систем.
51. Отстаивание под действием гравитационных сил.

52. Осаждение под действием центробежных сил
53. Процессы псевдооживления.
54. Классификация и устройство аппаратов с псевдооживленным слоем.
55. Классификация и устройство оборудования для отстаивания и осаждения.
56. Процессы фильтрования.
57. Виды фильтрования. Движущие силы и скорость.
58. Классификация и устройство оборудования для фильтрования жидких неоднородных систем.
59. Процессы разделения неоднородных газовых систем.
60. Классификация и устройство газоочистительного оборудования.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.
- тестирование – 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 30 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Фролов, В.Ф. Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) / В. Ф. Фролов; Фролов В. Ф. - СПб: Химиздат, 2010. – 544 с. <http://www.biblioclub.ru/book/98345/>
2. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" / В. Ф. Фролов; Фролов В. Ф. - СПб: Химиздат, 2008. – 608 с. <http://www.biblioclub.ru/book/98347/>
3. Процессы и аппараты в химической технологии: Метод. разработка к лекционному курсу. Вып. 2: Теплопередача / ДГУ; Сост. Т.М. Шабанова, З.М. Алиева, А.Т. Исаханова. - Махачкала: ИПЦ ДГУ, 1998. - 34 с.
4. Кольцов Валерий Иванович. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: учебник и практикум для академ. бакалавриата / Кольцов, Валерий Иванович, О. В. Кольцова ; под ред. В.И. Каракеян. - М.: Юрайт, 2016. - 782.
5. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. для хим.-технол. специальностей вузов / А. Г. Касаткин. - Изд. 8-е, перераб. - М.: Химия, 1971. - 784 с.

б) дополнительная литература:

1. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие. - М.: Логос, 2012. – 304 с. <http://www.biblioclub.ru/book/84988/>
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : учеб. для вузов: в 2-х кн. Кн.1 / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др.; Под ред. В.Г. Айнштейна. - М.: Химия, 1999. - 888 с.
3. Общая химическая технология: Методология проектирования химико-технологических процессов : учеб. для студентов вузов / И. М. Кузнецова ; под ред. Х.Э. Харлампики. - Изд. 2-е, перераб. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 447 с.
4. Общая химическая технология: Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учеб. для студентов вузов / И. М. Кузнецова ; под ред. Х.Э. Харлампики. - Изд. 2-е, перераб. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. - 380 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. <http://elib.dgu.ru> Электронная библиотека ДГУ
2. http://window.edu.ru/window/catalogp_rid=59576.
3. <http://www.studfiles.ru/dir/download/14640.html>
4. <http://www.fptl.ru/biblioteka/paht.html>
5. <http://window.edu.ru/resource/369/76369>
6. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии
<http://www.unn.ru/chem/ism/files/kasatkin.pdf>
7. Библиотека по процессам и аппаратам в химической технологии.
<http://www.fptl.ru/biblioteka/paht.html>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе 8.

Лекционный курс. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области процессов и аппаратов в химической технологии. В тетради для конспектирования лекций записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студентов в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Студенту необходимо активно работать с конспектом лекций: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям экзамену, модульным контрольным, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. Перед началом лабораторных занятий, студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить

допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

Самостоятельная работа выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении практических работ по теме. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Классификация основных процессов химической технологии. Физические свойства жидкостей и единицы измерения в СИ.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Основное уравнение гидростатики и ее применение для практических задач. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные стенки.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Приборы для измерения давлений.	- работа с вопросами для самопроверки;
Гидродинамика. Внутренняя и внешняя задачи гидродинамики. Уравнение неразрывности и уравнение Навье – Стокса.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Уравнение Бернулли для идеальной (невязкой) жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Практические приложения уравнения Бернулли для определения скорости и расхода жидкости.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Режимы движения вязкой жидкости.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Число Рейнольдса и его критические значения.	- работа с вопросами для самопроверки;
Скорость и расход жидкости при ламинарном движении (закон Стокса, уравнение Пуазейля)	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Скорость и расход истечения жидкости из резервуаров при постоянном напоре.	- работа с вопросами для самопроверки;
Опорожнение резервуаров при переменном напоре	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Основы теории гидродинамического подобия. Константы подобия, инварианты подобия. Критерии гидродинамического подобия. Теоремы подобия.	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в

Гидравлические сопротивления в трубопроводах и в химической аппаратуре.	тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Потери напора (давления) на преодоление сил трения, определение коэффициента гидравлического трения расчетным путем.	- работа с вопросами для самопроверки;
Потери напора на преодоление местных сопротивлений.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Гидродинамика кипящего слоя. Скорость псевдооживления, скорость витания, скорость уноса.	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Двух- и трехфазные системы. Классификация и режимы движения двухфазных систем. Газосодержание. Законы сопротивления. Трехфазные системы.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Отстойники. Разделение жидких смесей отстаиванием. Производительность отстойника	- работа с вопросами для самопроверки;
Разделение жидких и газообразных неоднородных систем. Классификация неоднородных систем. Методы их разделения.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Осаждение. Гравитационное осаждение. Осаждение под действием центробежной силы. Скорость и поверхность осаждения.	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Способы очистки газов. Производительность осадительных камер. Очистка газа в циклонах.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Устройство и принципы работы циклонов. Батарейные циклоны. Мокрая очистка газов.	- работа с вопросами для самопроверки;
Полые и насадочные скрубберы. Пенные аппараты.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Фильтрование. Производительность фильтра, влияние различных факторов на производительность фильтра. Классификация, устройство и области применения фильтров.	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Центрифугирование. Отстойные и фильтрующие центрифуги. Сепараторы. Гидроциклоны. Классификация центрифуг, расчет производительности, расход энергии.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Перемешивание в жидких средах.	- работа с вопросами для самопроверки;
Способы и режимы перемешивания. Классификация и устройство мешалок. Расход мощности при механическом перемешивании.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Классификация насосов, вентиляторов, компрессоров. Вентиляторы центробежные и осевые. Течение и классификация неньютоновских жидкостей.	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Теплообмен. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменников.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Выпаривание растворов. Способы выпаривания. Выпарные аппараты.	- работа с вопросами для самопроверки;

11. Перечень информационных технологий, используемых при

осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office
- Программа MathCAD

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждых двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по аналитической химии.

1. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.

2. Весы теххимические Leki B5002.
3. Дистиллятор А-10.
4. Центрифуга
5. Сушильный шкаф
6. Муфельная печь
7. Установка для вакуумного фильтрования
8. Установка для исследования гравитационного осаждения
9. Компрессор
10. Набор лабораторной посуды.
11. Необходимые реактивы.