

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

Институт химии и биологии

Кафедра органической химии и высокомолекулярных соединений

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель образовательной
программы**

**Директор института
химии и биологии**

_____ Р.Ч. Бажева
« ____ » _____ 20 ____ г.

_____ А.М. Хараев
« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 «Процессы и аппараты химической технологии»

**Направление подготовки
18.03.01. - Химическая технология**

Профиль подготовки «Технология и переработка полимеров»

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Нальчик 2020

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» /сост. Э.Б. Мусаева – *Нальчик: КБГУ, 2020. – 63 стр*

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 18.03.01. «Химическая технология», профилю «Технология и переработка полимеров» 5,6 семестров, 3 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01. «Химическая технология» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 августа 2016 года, № 1005

Содержание

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4-5
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	5-10
3	Требования к результатам освоения дисциплины	10-13
4	Содержание и структура дисциплины	13-19
4.1	<i>Лекции</i>	15-18
4.2	<i>Практические занятия</i>	18
4.3	<i>Лабораторные работы по дисциплине</i>	18-19
4.4	<i>Самостоятельное изучение разделов дисциплины</i>	19
5	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	19-42
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности	42-48
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	48
7.1	<i>Основная литература</i>	49
7.2	<i>Дополнительная литература</i>	49
7.3	<i>Периодические издания</i>	49
7.4	<i>Интернет-ресурсы</i>	49-51
7.5	Методические указания по проведению различных учебных занятий и другим видам самостоятельной работы	51-58
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	58
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины	59
10.	Приложения	60

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» является подготовка студентов к самостоятельной работе на химических предприятиях в качестве инженера-технолога. Преподавание дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» также **ставит своей целью** совершенствование профессиональной подготовки обучающегося в области общих закономерностей типовых процессов и аппаратуры для их реализации вне зависимости от их места в конкретной технологической цепочке, а также оптимизации условий проведения процессов и их аппаратурного оформления.

Задачами дисциплины являются теоретическое и практическое обоснование технологических процессов, методы их расчета, а также расчет и выбор аппаратов и машин для осуществления данных процессов.

Одной из самых характерных особенностей современного этапа развития народного хозяйства является его всесторонняя химизация, представляющая собой широкое использование в ведущих отраслях промышленности и сельского хозяйства химических продуктов и материалов, внедрение новых технологических процессов. В связи с этим изучение химической технологии как науки о методах и средствах управления технологическими процессами в промышленности приобретает для инженеров-технологов особое значение. Теоретической основой дисциплины является курс "Процессы и аппараты химической технологии", который позволяет проанализировать и рассчитать процесс, найти самые выгодные его параметры, разработать и рассчитать аппаратуру, необходимую для проведения этого процесса. Вот почему этому курсу отводится важная роль в высшем образовании.

В процессе изучения дисциплины студент должен усвоить основные принципы анализа механизма процесса, протекающего в химическом производстве, выявить общие закономерности протекания процессов в аппаратуре химических производств. У студента должна быть сформирована совокупность навыков и знаний, позволяющих ему достаточно точно ориентироваться в выборе оптимального пути расчета основных аппаратов химической промышленности, квалифицированно решать вопросы их использования в разных отраслях химических производств.

Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»	Цели ОПОП ВО
Формирование способности понимать физико-химическую сущность процессов и использовать основные законы протекания химико-технологических процессов в комплексной производственно-технологической деятельности	Подготовка выпускников к <i>производственно-технологической</i> деятельности в области химических технологий, конкурентоспособных на мировом рынке химических технологий.
Формирование способности выполнять необходимые физико-химические и термодинамические расчеты основных параметров химико-технологических процессов на основе методов процессов и аппаратов химической технологии	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской</i> деятельности в области химических технологий, конкурентоспособных на мировом рынке химических технологий .
Формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов и методов расчёта химико-технологических процессов и проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов исследований	Подготовка выпускников к <i>научным исследованиям</i> для решения задач, связанных с разработкой инновационных методов создания химико-технологических процессов, веществ и материалов
Формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований в области процессов и аппаратов химических технологий	Подготовка выпускников к <i>самообучению</i> и непрерывному профессиональному самосовершенствованию

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к вариативной части модуля «Дисциплины, углубляющие освоение профиля» Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Технология и переработка полимеров», и предполагает получение студентами профессиональных знаний, умений и навыков в различных

областях профессиональной деятельности. Она объединяет основные разделы процессов и аппаратов химической технологии, имеющие существенное значение для формирования естественно-научного мышления специалистов-химиков.

Данная учебная программа учитывает взаимосвязь и преемственность дисциплины с другими общетеоретическими и специальными дисциплинами. Предметы, которые изучаются на предыдущих курсах и на знание которых опирается дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии»: математика, информатика, физика, неорганическая химия, органическая и аналитическая химии, инженерная графика и начертательная геометрия.

При изучении указанных дисциплин (пререквизитов) формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»

В результате освоения дисциплин (пререквизитов) студент должен:

Знать:

- основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; основные математические методы решения профессиональных задач;
- понятие информации, общие характеристики процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации, принципы алгоритмизации и программирования, один из языков программирования, программное обеспечение и технологии программирования, информационные системы (ИС), алгоритмы информационных поисков, компьютерные сети, основные типы протоколов компьютерных сетей, глобальную сеть Internet и компьютерную графику;
- законы Ньютона и законы сохранения массы и энергии, элементы механики жидкостей и газов, основные законы термодинамики, статистические распределения, законы электростатики, волновые процессы, геометрическую и волновую оптику, основы квантовой механики, строение многоэлектронных атомов, строение ядра, классификацию элементарных частиц;
- основные особенности сырьевых ресурсов (вода, нефть, газ, торф, рудные и нерудные материалы, воздушная среда), основные способы их переработки и подготовки, влияние переработки на окружающую среду;

- периодическую систему элементов, электронное строение атомов и молекул, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, химические свойства элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений; растворы и их свойства; равновесие в растворах; окислительно-восстановительные реакции; скорость и порядок химических реакций;
- классификацию, строение и номенклатуру основных органических соединений, основные свойства основных классов органических соединений; определение равновесия и скорости химических реакций, основы катализа органических реакций;
- элементный, молекулярный и фазовый анализ, способы выражения концентраций и составов фаз, основные методы качественного и количественного анализов, принципы физико-химических методов анализа: оптические, электрохимические, хроматографический анализы;
- основы химической термодинамики: начала термодинамики, термодинамический потенциал и общие условия термодинамического равновесия, термодинамические свойства газов; основные законы межфазного равновесия бинарных систем, химическое равновесие;
- основы термодинамики поверхностных явлений: адсорбции, смачивания, капиллярных явлений, адгезии, когезии, свойства поверхностно-активных веществ; электрокинетические явления; классификацию дисперсных систем и их основные свойства, устойчивость дисперсность систем: седиментационная и агрегативная устойчивость, структурообразование в дисперсных системах, основные реологические свойства структурированных систем;
- глобальные проблемы экологии, промышленные выбросы в окружающую среду, твёрдые промышленные отходы; представления о предельно-допустимых концентрациях вредных веществ (ПДК и ПДС), основные принципы очистки промышленных газовых выбросов, очистки сточных вод, уничтожение токсичных отходов, системы экологического мониторинга;
- основы и задачи начертательной геометрии: плоские и пространственные координаты, задание точки, прямой линии и плоскости, построение различных проекций тел, сечений и разрезов; основные правила и требования единой системы конструкторской документации (ЕСКД): оформление чертежей деталей и сборочных единиц, основные надписи и обозначения; плоские и

аксонометрические изображения; условные изображения соединений деталей: резьбовое соединение, соединение сваркой; требования к рабочим чертежам изделий, к сборочным чертежам и чертежам общего вида; основные правила составления гидравлических схем;

- определение сил и моментов сил относительно точек и осей; построение связей сил и их реакций; определять условия механического равновесия твёрдых тел; определение траекторий и уравнений движения материальной точки; определение момента инерции простейших тел и плоских тел; определение момента количества движения, закона сохранения энергии (кинетической и потенциальной энергии); определение закона сохранения количества движения;

- основные прочностные характеристики твёрдых тел при растяжении и сжатии: закон Гука, основные виды деформаций и допустимые механические напряжения; основные методы расчёта на механическую прочность отдельных узлов и деталей машин: опор, корпусов аппаратов, нагруженных внутренним или внешним избыточным давлением;

- природу электрических полей и их основные свойства; переменные и постоянные поля, основные законы, описывающие свойства полей; устройство и принципы работы синхронных и асинхронных электрических двигателей; электрические измерения и приборы;

- строение металлов, формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации; определение пластической деформации и основные механические свойства металлов и сплавов; типы конструкционных металлов и сплавов, используемых в химическом машиностроении; классификацию коррозионных процессов, химическую и электрохимическую коррозию и основные способы её предотвращения;

- основы и задачи метрологии; основные понятия, связанные с объектами измерений различных параметров; основные понятия, связанные со средствами измерений; определение понятия погрешности измерений и основные источники погрешностей; определение многократного измерения и основные алгоритмы обработки многократных измерений; основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений;

- основные физические величины и их производные; внесистемные единицы измерений физических величин; основные системы единиц измерений

физических величин и систему измерений СИ; основные правила использования системы СИ на территории РФ;

Уметь:

- проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам; применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;
- работать в качестве пользователя персонального компьютера; пользоваться различными операционными системами; использовать на практике различные внешние носители для обмена данными между компьютерами; использовать основные численные методы решения математических задач; использовать некоторые наиболее часто применяемые языки программирования; работать с программными средствами расчётов общего назначения; использовать и применять на практике наиболее известные операционные системы для оформления и редактирования текстовых документов; использовать различные графические редакторы для построения графиков, изображений и чертежей;
- решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении вопросов, связанных с профессиональной деятельностью;
- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии при решении профессиональных задач;
- выбрать метод решения аналитической задачи качественного и количественного анализа различных химических соединений и механических смесей;

Владеть:

- методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента;
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической

системе химических элементов, экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений;

- навыками проведения самостоятельных расчётов и проектирования различных механических устройств и изделий.

В результате освоения дисциплин (**пререквизитов**) обучаемый должен обладать определёнными *общекультурными (ОК)* и *общепрофессиональными (ПК)* компетенциями. В частности, обучаемый должен обладать:

- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу и восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;
- умением логически верно, аргументировано, кратко и ясно строить устную и письменную речь, способностью логически правильно оформить результаты мышления;
- использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных, естественнонаучных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач;
- работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- понимать роль охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов для развития и сохранения цивилизации;
- владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного;
- использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;
- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в своей профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;
- понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества;

- основными методами сбора и получения, хранения и переработки информации, иметь определённые профессиональные навыки работы с персональным компьютером;
- использовать необходимые нормативные документы по качеству стандартизации и сертификации в своей профессиональной деятельности.

3. Требования к результатам освоения дисциплины.

В процессе освоения дисциплины студенты готовятся к производственно-технологической деятельности, что соответствует компетенции ПК-16: способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы теории переноса импульса, тепла и массы;
- основные принципы математического описания процессов и аппаратов химических технологий, основные принципы и методы моделирования химико-технологических процессов, включая математическое и физическое моделирование, в т.ч. основы теории обобщённых переменных;
- основные физико-химические и термодинамические свойства жидкостей, газов и твёрдых тел, основные методы их определения и расчёта;
- основные уравнения и закономерности гидростатики и гидродинамики жидкостей и газов;
- результаты решения основных уравнений гидростатики и гидродинамики применительно к прикладным их задачам, включая процессы хранения и транспортирования жидкостей и газов, основные гидравлические расчёты, устройства, принципы работы и методику подбора насосов и вентиляторов; применение методов теории подобия при решении прикладных задач гидродинамики;
- термодинамические основы процессов сжатия газов, назначение процессов сжатия, принципиальные устройства и принципы работы компрессоров;

- цели, задачи, основные методы и расчёт процессов перемешивания в жидких средах, основные типы конструкций механических мешалок;
- классификацию и основные свойства неоднородных систем, классификацию основных методов разделения неоднородных систем, основные принципы расчёта процессов разделения, включая расчёты процессов разделения осаждением и фильтрованием; устройство основного типового оборудования для разделения неоднородных систем осаждением и фильтрованием; основные способы интенсификации процессов разделения и повышения эффективности работы оборудования;
- основные характеристики движения жидкостей и газов в неподвижных пористых средах и каналах;
- основные закономерности движения двухфазных и многофазных потоков;
- основы теории процессов теплопереноса, включая процессы передачи теплоты теплопроводностью и конвективного теплообмена;
- принципы составления тепловых балансов, методики расчёта статики и кинетики процессов теплопереноса, включая расчёты движущих сил и скорости протекания процессов;
- устройство и работу основных типовых конструкций теплообменной аппаратуры; основы проектирования теплообменной аппаратуры и способы интенсификации процессов теплообмена; характеристики основных промышленных теплоносителей; применение методов теории подобия при решении практических задач теплообмена;
- основы теории процессов массопереноса в системах со свободной и неподвижной поверхностью контакта фаз, включая процессы массопереноса молекулярной и конвективной диффузией;
- основные задачи статики массообменных процессов, включая принципы составления материальных балансов, основные законы и расчёт межфазного термодинамического равновесия, движущих сил процессов;
- основные задачи и методы расчёта кинетики процессов массопереноса, включая расчёты основных кинетических показателей процессов;
- принципиальное устройство массообменных аппаратов, основные методы и принципы их проектного расчёта; применение методов подобия при решении практических задач массообменных процессов;

- основные методы расчёта диаметра и высоты колонных массообменных аппаратов;
- основные способы оптимизации и пути повышения эффективности массообменных процессов;

Уметь:

- определять и рассчитывать основные физико-химические и термодинамические свойства жидкостей и газов;
- определять и рассчитывать гидродинамические характеристики движения жидкостей и газов;
- рассчитывать гидравлические сопротивления простейших трубопроводных гидравлических систем и основных химико-технологических аппаратов, осуществлять подбор насосов и вентиляторов для перемещения жидкостей и газов;
- проводить экономический анализ гидравлических систем;
- проводить расчёты основных характеристик различных теплообменных процессов, включая тепловые нагрузки теплообменных аппаратов, движущие силы процессов теплопередачи, коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи;
- проводить тепловой и конструктивный расчёты теплообменников различного назначения, проводить их поверочные расчёты;
- подбирать нормализованные варианты конструкций теплообменных аппаратов для решения практических задач теплообмена;
- применять вычислительную технику для выполнения проектных задач, связанных с проектированием аппаратов для проведения химико-технологических процессов тепло- и массопереноса.

Владеть:

- навыками проектирования простейших типовых аппаратов химической промышленности, включая сосуды и аппараты для хранения жидкостей и газов, трубопроводные гидравлические системы с подбором насосов и вентиляторов, а также гидромеханическое оборудование для разделения неоднородных систем;
- навыками проектирования теплообменного оборудования и аппаратов для проведения массообменных процессов;
- методами оптимизации режимно-технологических параметров проведения типовых химико-технологических процессов и работы химического

оборудования;

4. Содержание и структура дисциплины

Содержание разделов дисциплины

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т).

. Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа).

Таблица 1. Содержание дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
1.	Гидромеханические процессы	Основы гидродинамики, критериальное уравнение и аппаратура гидромеханических процессов	ПК-16	ЛР, ДЗ, К, Т
2.	Тепловые процессы	Основы тепловых процессов, критериальное уравнение и аппаратура тепловых процессов	ПК-16	ЛР, ДЗ, К, Т.
3.	Массообменные процессы	Основы диффузионных процессов, критериальное уравнение и аппаратура массообменных процессов	ПК-16	ЛР, ДЗ, К, Т.

Структура дисциплины

На изучение курса отводится 252 часа (7 з.е.), из них: контактная работа 124 ч., в том числе лекционных – 48 часов, практических (семинарских) – 14 часов, лабораторных – 62 часа, самостоятельная работа студента 101 час, завершается экзаменом (27 часов)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 з.е. (252 часа)

Таблица 2. Структура дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»

Вид работы	Семестр 5	Семестр 6	Все го
Общая трудоемкость (в часах)	108	144	252
Контактная работа (в часах):	68	56	124
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	34	14	48
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	-	14	14
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	34	28	62
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа	40	61	128
проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий	5	10	15
подготовка к лабораторным и практическим занятиям	5	11	16
Подготовка к коллоквиумам и тестированию	6	10	16
Решение задач по изучаемым темам	10	20	30
Самостоятельное изучение разделов	5	10	15
Курсовой проект	Не предусмо трен	Не предусмот рен	
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	27	36
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	экзамен	

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	<p>Тема: ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ и ГИДРОДИНАМИКИ</p> <p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> дать классификацию процессов химической технологии. Озвучить основные задачи курса «Процессы и аппараты химической технологии». Представить основные закономерности гидростатики.</p> <p>Основные понятия. Гидростатика. Физические свойства жидкостей. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практическое значение.</p>
2	<p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> дать основные характеристики движения жидкостей, на конкретных примерах показать решение задач по данной тематике.</p> <p>Характеристика установившихся и неуставившихся потоков. Понятие субстанциональной производной</p>

3	<p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> дать основные уравнения, необходимые для расчета гидродинамических систем и дифференциальные уравнения, используемые при выводе критериальных уравнений в теории подобия</p> <p>Режим движения жидкостей. Расход жидкостей при установившемся ламинарном потоке. Уравнение Стокса и Пуазейля. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Дифференциальные уравнения движения Навье-Стокса. Коэффициент трения, его зависимость от критерия Рейнольдса.</p>
4	<p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> теория подобия как научная основа моделирования.</p> <p>Физическое моделирование. Теория подобия как научная основа физического моделирования. Симплексы, комплексы, критерии подобия.</p> <p>Общий вид критериального уравнения гидродинамических процессов. Теоремы подобия. Подобное преобразование дифференциальных уравнений. Основные критерии гидродинамического подобия. Основной вид критериальных уравнений. Уравнение Бернулли. Приложение уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкостей.</p>
5	<p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> дать представление о насосах и методах их расчета для практических нужд.</p> <p>Насосы. Сравнение поршневых и центробежных насосов. Общие сведения о насосах и компрессорных машинах. Основные параметры насосов. Поршневые и центробежные насосы. Сравнение и выбор насосов.</p>
6	<p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> дать представление о компрессорах и методах их расчета</p> <p>Компрессоры. Диаграмма работы компрессоров. Расчет напора и производительности. Различные виды насосов и компрессоров, их расчет</p>
7	<p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение внешних задач гидродинамики</p> <p>Сопротивление слоя пористого материала. Взвешенный слой зернистого материала. Скорость витания. Скорость осаждения. Уравнение Стокса для осаждения при малых значениях Re. Осаждение под действием центробежной силы</p>
8	<p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение внешних задач гидродинамики и устройство аппаратуры</p> <p>Аппаратура для разделения жидких и газовых неоднородных систем: отстойники, циклоны, скрубера, фильтры и электрофильтры, центрифуги.</p>
9	<p><i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение внешних задач гидродинамики и устройство аппаратуры</p>

	Перемешивание в жидкой среде. Аппаратура для перемешивания сыпучих материалов и пластических масс. Аппаратура для измельчения твердых материалов
10	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение основных теоретических и практических разделов теплопередачи ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. Виды передачи тепла. Тепловые балансы. Теплопроводность. Закон Фурье и коэффициент теплопроводности
11	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение основных теоретических разделов процесса теплопередачи Дифференциальные уравнения теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при установившемся тепловом потоке.
12	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение основных теоретических разделов процесса теплопередачи Теплоотдача. Общие положения. Конвективный теплообмен.
13	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение основных теоретических разделов процесса теплопередачи Закон охлаждения Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа.
14	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> теория подобия как научная основа моделирования тепловых процессов Подобное преобразование дифференциальных уравнений Фурье, Ньютона и Фурье-Кирхгофа.
15	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> теория подобия как научная основа моделирования тепловых процессов. Критерии теплового подобия. Обобщенное (критериальное) уравнение конвективного теплообмена
16	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> практическое применение изученных теоретических методов для расчета процессов теплопередачи. Теплопередача при постоянных температурах. Уравнения теплопередачи для плоских и цилиндрических стенок. Средняя движущая сила процесса теплопередачи
17	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> практическое применение изученных теоретических методов для расчета процессов теплопередачи Теплопередача при переменных температурах. Направление тока жидкостей. Уравнения теплопередачи для противотока и прямотока. Выбор направления движения жидкостей
18	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> методы нагрева в химической технологии и расчеты процессов теплопередачи Нагревание. Источники тепла и методы нагревания. Нагревание острым и глухим водяным паром. Нагревание дымовыми газами, промежуточными теплоносителями, электрическим током

19	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> знакомство с теплообменной аппаратурой и расчеты процессов теплопередачи Теплообменники. Конструкции теплообменных аппаратов
20	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> расчеты процессов теплопередачи Охлаждение и конденсация. Охлаждение путем самоиспарения. Охлаждение в поверхностных холодильниках. Расход охлаждающей воды.
21	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> знакомство с конденсаторами и расчеты процессов теплопередачи Конденсация паров в поверхностных конденсаторах. Конденсаторы смешения. Расчет конденсаторов смешения.
22	ПРОЦЕССЫ МАССОПЕРЕДАЧИ. <i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение теоретических и практических разделов массообменных процессов химической технологии Характеристика процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Фазовое равновесие. Материальный баланс процессов массопередачи. Рабочие линии. Молекулярная диффузия и конвективный перенос
23	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> изучение теоретических закономерностей процессов массопереноса. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Механизмы процессов массопереноса. Уравнение массоотдачи. Подобное преобразование дифференциальных уравнений массопереноса. Критерии подобия диффузионных процессов. Обобщенное (критериальное) уравнение.
24	<i>Цель и задачи изучения темы:</i> знакомство с основными конструкциями абсорбционных аппаратов и способами их расчета. Адсорбция, аппаратура для проведения адсорбции. Поверхностные и пленочные абсорберы.

4.2 Практические (семинарские) занятия

Таблица 4. Практические (семинарские) занятия

№ занятия	№ темы	Тема занятия	Кол-во часов
1	2. Тепловые процессы	Теплопроводность Глава 4 №№ 4.1 -.4.10	3
2	2. Тепловые процессы	Теплоотдача Глава 4 №№ 4.23 –4.30	3
2	2. Тепловые процессы	Теплопередача Глава 4 №№ 4.17 -.4.22	3
4	3.Массообменные процессы	Глава 5 №№ 5.1 -.5.20	5

Решение задач Павлов К.Ф., Носков А.А., Романков П.Г. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии

4. 3. Лабораторные работы

Таблица 5. Лабораторные работы

№ занятия	№ темы	Тема занятия	Кол-во часов
1	Техника безопасности	Изучение техники безопасности при работе в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии	2
2.	1.Гидродинамические процессы	Определение режимов движения жидкостей	6
3.	1.Гидродинамические процессы	Исследование преобразования форм струи жидкости	6
4	1.Гидродинамические процессы	Определение расхода жидкости с помощью сужающих устройств	6
5	1.Гидродинамические процессы	Исследование гидравлических сопротивлений трения (по длине)	6
6	1.Гидродинамические процессы	Исследование местных гидравлических сопротивлений	6
7	1.Гидродинамические процессы	Дисперсность сыпучих материалов (на примере ПВХ) Определение констант процесса фильтрования	6
8	1.Гидродинамические процессы	Свободное осаждение капель в жидкости	6
9	2.Тепловые процессы	Теплоотдача при естественной конвекции у горизонтальной трубы	10
10	3.Массообменные процессы	Перегонка бинарной смеси	8

4.4. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
-----------	--	--------------

1-3	Подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям (проработка учебного материала по конспектам лекций и учебной литературе)	31
	Подготовка к коллоквиумам и тестированию (работа с тестами и вопросами для самопроверки)	20
	Решение задач и упражнений по темам лекции	30
	Аппаратура для проведения гидродинамических процессов (циклоны, осадители, фильтры, центрифуги, аппараты псевдоожиженного слоя катализатора), принципы их расчета	5
	Аппаратура для проведения тепловых процессов (теплообменники, реакторы и т.д.), принципы их расчета	4
	Аппаратура для проведения массообменных процессов (абсорбенты насадочные и тарельчатые), их расчет	6

На самостоятельную работу студентов по учебному плану отводится 101 час,

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Формы контроля по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" определяются в соответствии с учебным планом образовательной программы и в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ: тестирование, коллоквиум, зачет.

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.**

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля

являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» и включает: ответы на теоретические вопросы, решение практических задач и выполнение заданий на практических и лабораторных занятиях, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок.

Результаты работы студента контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента. При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских занятиях, проверка письменных работ

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Процессы и аппараты химической промышленности»

Тема 1. Гидростатика

1. Цель, предмет и задачи курса процессов и аппаратов. Понятие процесса и технологии.
2. Классификация основных процессов химической технологии (в зависимости от законов, определяющих скорость их протекания; по способу организации; в зависимости от изменения параметров во времени).
3. Идеализированные модели структуры потоков. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы.
4. Движущая сила, скорость и интенсивность процесса. Основное уравнение процесса.
5. Гидростатика и предмет ее изучения. Понятие идеальной и реальной жидкости, их свойства. Капельные и упругие жидкости. Физические свойства жидкостей.
6. Классификация сил, действующих в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства, единицы измерения в системе СИ.

7. Понятие абсолютного, внешнего (атмосферного), избыточного давления и величины вакуума. Физические и технические атмосферы, соотношения между различными единицами давления.
8. Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретация.
9. Уравнение Паскаля. Давление на дно и стенку сосуда.
10. Практические приложения основного уравнения гидростатики: принцип сообщающихся сосудов, пневматический измеритель уровня, работа гидравлического пресса.

Тема 2. Гидродинамика

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.
12. Уравнение неразрывности (сплошности) потока.
13. Опыты Рейнольдса, режимы движения жидкостей и их характеристика, понятие эквивалентного диаметра и его расчет.
14. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Л.Эйлера.
15. Уравнение Д.Бернулли для идеальной жидкости (вывод), геометрический и энергетический смысл членов этого уравнения.
16. Уравнение Д.Бернулли для реальной жидкости, его физическая и геометрическая интерпретации.
17. Использование уравнения Бернулли для расчета процесса истечения жидкости из отверстия при постоянном уровне заполнения.
18. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Понятие местного сопротивления, типы местных сопротивлений, расчет потерь напора и давления на местных сопротивлениях.
19. Режимы течения жидкостей и их характеристика. Понятие абсолютной и относительной шероховатости, гладкости трубопровода. Расчет потерь напора и давления на трение.

Тема 3. Теория подобия

20. Основы теории подобия, ее преимущества. Физическое и математическое моделирование. Условия и теоремы подобия.

21. Геометрическое, физическое, временное подобие. Подобие начальных и граничных условий. Понятие коэффициента подобия, инвариантов, симплексов и критериев подобия.

22. Подобие гидродинамических процессов. Обработка уравнения Навье-Стокса методом анализа размерностей. Критерии гидродинамического подобия. Обобщенное критериальное уравнение.

Тема 4 Насосы

Классификация насосов. Основные параметры насоса: подача, напор, потребляемая мощность, КПД.

24. Схема насосной установки и ее описание. Напор, создаваемый насосом для проектируемой и действующей установки. Расчет напора по показаниям манометра и вакуумметра.

25. Расчет предельно допустимой высоты всасывания насоса. Явление кавитации. Выбор насоса.

26. Последовательное и параллельное включение насосов. Способы регулирования подачи насосов.

27. Устройство и принцип действия центробежного насоса, характеристики насоса при постоянном числе оборотов. Определение рабочей точки при работе насоса на трубопровод. Формулы пропорциональности.

28. Осевые, вихревые и шестеренчатые насосы. Устройство и принцип действия. Преимущества и недостатки.

29. Поршневые насосы: классификация, устройство, принцип действия, область применения. График подачи.

Тема 5 Внешние задачи гидродинамики

Цели процесса разделения неоднородных систем. Выбор методов разделения.

Классификация методов разделения неоднородных систем.

32. Материальный баланс процесса разделения. Стесненное осаждение.
33. Физические основы разделения неоднородных систем под действием силы тяжести. Режимы осаждения и их характеристика.
34. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Расчет скорости осаждения частиц в любом режиме, недостаток метода. Формула Стокса.
35. Метод Лященко. Диаграмма Лященко. Порядок расчета скорости осаждения по диаграмме Лященко.
36. Сущность процесса отстаивания. Схема процесса отстаивания на примере простого отстойника-сгустителя. Расчет отстойника-сгустителя.
37. Классификация отстойников. Устройство и принцип работы отстойников: с наклонными перегородками, с гребковой мешалкой.
38. Классификация отстойников. Устройство и принцип работы отстойника для разделения эмульсий.
39. Очистка газов. Устройство и принцип работы пылеосадительной камеры. Расчет пылеосадительной камеры.
40. Физическая сущность мокрой очистки газов. Способы осуществления контакта запыленного газа с жидкостью. Устройство и принцип работы скруббера
Вентури.
41. Устройство и принцип работы полого и насадочного скрубберов. Расчет аппаратов мокрой очистки газов.
42. Физические основы фильтрования (понятия: фильтрата, осадка; типы фильтрующих перегородок и требования, предъявляемые к ним; типы образующихся осадков; виды фильтрования и их характеристика).
43. Принципиальная схема фильтрования. Классификация фильтров. Движущая сила фильтрования и способы ее создания.
44. Дифференциальное уравнение фильтрования. Физический смысл входящих в него величин.
45. Уравнение фильтрования при постоянной движущей силе процесса (вывод).
46. Уравнение фильтрования при постоянной скорости процесса (вывод).

Уравнение фильтрования при постоянных перепаде давления и скорости процесса (вывод).

47. Экспериментальное определения констант сжимаемых осадков. Определение показателя сжимаемости.

48. Классификация конструкций фильтров. Устройство и принцип работы нутч – фильтра, характеристика стадий процесса.

49. Конструкции фильтров для очистки газовых систем. Устройство и принцип работы рукавного фильтра.

50. Расчет фильтров. Расчет периодически действующих фильтров. Устройство и принцип работы вертикального листового фильтра.

51. Расчет непрерывно действующих фильтров. Устройство и принцип работы барабанного вакуум-фильтра.

52. Физические основы электроочистки газов. Сущность метода электроосаждения. Формы электродов для создания неоднородного электрического поля.

53. Скорость электроосаждения. Расчет электрофильтра. Устройство и принцип работы трубчатого электрофильтра.

54. Принцип разделения неоднородных систем в электрофильтрах. Устройство и принцип работы пластинчатого электрофильтра.

55. Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы. Скорость осаждения под действием центробежной силы.

56. Определение скорости центробежного осаждения при ламинарном режиме. Фактор разделения. Определение скорости центробежного осаждения по методу Лященко.

57. Конструкции простейшего и батарейного циклонов. Преимущества и недостатки циклонов. Расчет циклонов.

58. Центрифугирование. Классификация центрифуг. Фактор разделения. Принцип работы отстойных центрифуг. Приведите схему и опишите конструкцию подвесной отстойной центрифуги.

59. Центрифугирование. Принцип работы фильтрующих центрифуг. Приведите схему и опишите конструкцию фильтрующей центрифуги с пульсирующим поршнем.
60. Приведите схему и опишите конструкцию центрифуги со шнековым устройством для выгрузки осадка. Расчет центрифуг.
61. Применение процесса центрифугирования для разделения эмульсий. Приведите схему и опишите принцип работы тарельчатого сепаратора.
62. Перемешивание в жидких средах. Цели процесса перемешивания. Способы перемешивания. Интенсивность и эффективность процесса.
63. Механическое перемешивание. Классификация мешалок. Конструкции механических мешалок, их характеристика.
64. Пневматическое и циркуляционное перемешивание. Перемешивание в трубопроводах.
65. Определение мощности, затрачиваемой на перемешивание. Расчет рабочей мощности механической мешалки (с выводом). Расчет пусковой мощности мешалки. Расчет мощности двигателя.
66. Основное критериальное уравнение процесса перемешивания с модифицированными критериями подобия. Режимы перемешивания. Определение констант критериального уравнения.
67. Принцип псевдоожижения. Достоинства и недостатки кипящего слоя. Области применения. Типы зернистых слоев.
68. Разновидности псевдоожиженного слоя.
69. Основные характеристики псевдоожиженного слоя.
70. Кривые псевдоожижения. Расчет критических и оптимальной рабочей скоростей.
71. Основные конструкции аппаратов с псевдоожиженным слоем. Расчет аппаратов с псевдоожиженным слоем.

Тема 6. Тепловые процессы

1. Три способа переноса теплоты. Физические основы теплопередачи, основные понятия и определения. Тепловые балансы.

2. Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл, размерность.
3. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности, его физический смысл, размерность.
4. Уравнения теплопроводности плоской и цилиндрической стенок.
5. Уравнения теплопроводности плоской многослойной и цилиндрической многослойной стенок.
6. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа. Определение количества теплоты при взаимном излучении двух твердых тел.
7. Конвективный теплообмен. Закон теплоотдачи Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл, размерность. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи.
8. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
9. Тепловое подобие. Основные критерии подобия и их физический смысл. Обобщенное критериальное уравнение.
10. Теплоотдача при конденсации паров и кипении жидкостей.
11. Теплопередача как сложный вид теплообмена. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи, его физический смысл, размерность и расчет.
12. Взаимные направления движения теплоносителей. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при различных взаимных направлениях теплоносителей.
13. Классификация теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Разновидности конструкций, области применения.
14. Классификация теплообменных аппаратов. Спиральные, пластинчатые, оросительные теплообменники. Области применения.
15. Нагревающие агенты и способы нагревания.
16. Охлаждающие агенты, способы охлаждения и конденсации.

Тема 7. Массообменные процессы

1. Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз.

- 2.Равновесие между фазами. Линия равновесия. Правило фаз. Закон Генри. Закон Рауля.
- 3.Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера). Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.
- 4.Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит.
- 5.Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
- 6.Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений.
- 7.Уравнение массопередачи при переменной движущей силе процесса. Расчет среднего значения движущей силы процесса массопередачи. Число единиц переноса.
- 8.Подобие диффузионных процессов. Критерии диффузионного подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного массообмена.
- 9.Изображение процесса непрерывной ректификации на У-Х диаграмме. Построение рабочих линий, определение теоретического и действительного числа тарелок.

Критерии формирования оценок устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учета знаний обучающегося по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии». развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на данную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания обучающегося оцениваются по следующей шкале:

- 8 баллов** (за одну контрольную точку) ставится, если обучающийся:
- полно излагает изученный материал, дает правильное определение понятиям курса

- излагает материал последовательно и правильно
- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры

7 баллов ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла 8, но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности изложения

5 баллов ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий
- не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры
- излагает материал непоследовательно

0 баллов ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировках

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося, контролируемые компетенцией ПК-16 (типовые задачи)

Перечень типовых задач сформирован в соответствии с темами дисциплины и тематикой практических занятий.

Тема: внешние и внутренние задачи гидродинамики

1. Найти скорость газа в холодильнике, состоящем из двух концентрических стальных труб диаметром 28х2 мм и 54х2 мм. Газ проходит в межтрубном пространстве под давлением 3кг/см² при 0°С в количестве 120 кг/час. Плотность газа при н. у. 1,9 кг м³
2. Определить режим течения жидкости в межтрубном пространстве теплообменника "труба в трубе". Внутренний диаметр 24х2 мм, наружный 55х2,5 мм. Массовый расход жидкости 4000 кг/час, вязкость 10⁻³ Па·с, плотность 1200 кг/м³.
3. Теплообменник изготовлен из стальных труб диаметром 70х2,5 мм. По трубам проходит газ под атмосферным давлением. Требуется найти необходимый диаметр труб при работе с тем же газом, но под давлением $P_{изб} = 5 \text{ кг/см}^2$, если требуется сохранить скорость газа прежней при том же массовом расходе газа и том же числе труб.
4. Насос перекачивает жидкость плотностью 1200 кг/м³ из резервуара с атмосферным давлением в аппарат, давление в котором составляет 2

Мпа. Высота подъема 10 м. Общее сопротивление всасывающей и нагнетательной линий 40 м. Определить полный напор, развиваемый насосом. ($1 \text{ атм} = 1 \text{ кг/м}^2 = 10^5 \text{ Па}$)

5. Насос перекачивает жидкость плотностью 1200 кг/м^3 в количестве $4,0 \text{ м}^3/\text{мин}$. Манометр на нагнетательном трубопроводе показывает давление $0,6 \text{ Мпа}$, вакууметр на всасывающем трубопроводе показывает давление 50 Кпа . Расстояние по вертикали между местами присоединения манометра и вакууметра 650 мм . Диаметр всасывающего трубопровода 250 мм , нагнетательного – 200 мм . Какой напор развивает насос
6. Поршневой насос двойного действия подает $20 \text{ м}^3/\text{час}$ жидкости. Частота вращения насоса 60 об/мин , диаметр плунжера 120 мм , диаметр штока 25 мм , радиус кривошипа 150 мм . Определить коэффициент подачи насоса.
7. Какое количество влажного осадка будет собрано на фильтре в результате фильтрования 20 м^3 суспензии относительной плотности $1,2$, содержащей 25% (масс.) твердой фазы. Влажность осадка 20% .
8. В результате фильтрования водной суспензии с содержанием 25% (масс) твердой фазы собрано 20 м^3 фильтрата. Влажность осадка 20% . Сколько получено осадка, считая на сухое вещество

Тема: Тепловые процессы

9. Требуется конденсировать $2,5 \text{ т/час}$ насыщенного пара этилового спирта при 76°C . Охлаждение производится водой, нагреваемой от 15°C до 30°C . Коэффициент теплоотдачи для конденсирующегося пара принять равным $800 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, для воды – $1000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Определить расход воды и требуемую поверхность теплообмена. Термическое сопротивление стенки и загрязнений не учитывать. Удельная теплота конденсации спирта 850 кДж/кг Теплоемкость воды $4 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$
10. 2500 кг/час этилового спирта необходимо охлаждать от 80 до 40°C в противоточном теплообменнике.. Охлаждение производится проточной водой с начальной температурой 12°C . Конечная температура воды 25°C . Коэффициент теплопередачи $500 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Среднюю движущую силу считать как среднее арифметическое. Определить поверхность теплообменника. Сколько м^3 воды в 1 час надо пропускать через теплообменник? Теплоемкость воды $4 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$

Тема: Массообменные процессы

11. Воздух атмосферного давления при температуре 30°C насыщен водяным паром. Определить парциальное давление воздуха, объемный и массовый % пара в паро-воздушной смеси. Атмосферное давление 760 мм рт ст Давление насыщенного водяного пара при этой температуре 35 мм рт. ст.
12. Определить массу поглощаемого водой углекислого газа из газовой смеси. В скруббер поступает $3000 \text{ м}^3/\text{час}$ газовой смеси при давлении 2 кг/см^2 и температуре 20°C . Начальное содержание углекислого газа 30% об., конечное – $0,5\%$ об. Плотность углекислого газа при н.у. $1,976 \text{ кг/м}^3$

13. Определить теоретически минимальный расход поглотителя с молекулярной массой 250 кг/кмоль, необходимый для полного извлечения 1000 м³/час (условия рабочие) аммиака из газовой смеси, содержащей 25% аммиака. Температура процесса 20°C. Смесь подчиняется закону Рауля. Давление насыщенного пара аммиака при 20°C 8 кг/см²

Методические рекомендации по решению задач

После ознакомления с темой лекции, студент решает примеры и задачи, закрепляя свои знания по теме. Для успешного закрепления материала студент должен научиться пользоваться сборником примеров и задач [3], в котором имеются:

- основные формулы для расчетов,
- номограммы и диаграммы, значительно облегчающие расчеты по сложным формулам,
- таблицы с необходимыми для расчетов свойствами химических соединений в газовой, жидкой и твердой форме,
- основные параметры различных аппаратов, применяемых в химической технологии.

В зависимости от раздела дисциплины и подготовленности студентов можно использовать два пути:

- давать определенное количество задач для самостоятельного решения, равных по трудности, а оценку ставить за количество решенных за определенное время задач.
- - выдавать задания с задачами разной трудности и оценку ставить за трудность решенной задачи.

По результатам самостоятельного решения задач следует выставять по каждому занятию оценку.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):

«отлично» (6 баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует

необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (5 баллов) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (3 балла) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (менее 2 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится *три таких контрольных мероприятия по графику*.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течении учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы: (контролируемая компетенция ПК-16)

Типовые варианты

Вариант 1

1. Гидростатика. Уравнение Эйлера, основное уравнение гидростатики
2. Манометр на трубопроводе, заполненном жидкостью, показывает давление $0,2 \text{ кг/см}^2$. На какую высоту над точкой присоединения манометра поднимется в открытом пьезометре жидкость, если эта жидкость вода ($1 \text{ кг/см}^2 = 10^5 \text{ Па}$)

Вариант 2

1. Гидродинамика. Уравнения Эйлера и Навье-Стокса

2. Жидкость относительной плотности 0,9 поступает самотеком из напорного бака, в котором поддерживается атмосферное давление, в реакционный аппарат. Давление в аппарате $0,5 \text{ кг/см}^2$ по манометру. На какой высоте должен быть уровень жидкости в напорном баке, чтобы скорость жидкости в трубе была $1,5 \text{ м/сек}$. Напор, теряемый на трение и местные сопротивления, равен 3 м

Вариант 3

1. Гидродинамика взвешенного слоя дисперсного материала

2. Определить критерий Рейнольдса для частиц диаметром $5 \times 10^{-5} \text{ м}$ (50 мкм), осаждающихся в газоходе квадратного сечения длиной 16 м и высотой 2 м при линейной скорости газа $0,5 \text{ м/сек}$. Вязкость газа $5 \times 10^{-5} \text{ Па с}$, плотность газа 1 кг/м^3

Вариант 4

1. Тепловые процессы. Критериальное уравнение теплового подобия. Расчет коэффициента теплоотдачи

2. 2000 кг/час бутилового спирта необходимо охлаждать от 90°C до 50°C в противоточном теплообменнике поверхностью 6 м^2 . Охлаждение производится проточной водой с начальной температурой 15°C . Коэффициент теплопередачи в теплообменнике $300 \text{ Вт/м}^2\text{K}$. $\Delta t_{\text{ср}}$ считать как среднюю арифметическую. Сколько $\text{м}^3/\text{час}$ воды надо пропускать через теплообменник. Теплоемкость воды $4 \times 10^3 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$, бутанола $3 \times 10^3 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$. $1 \text{ Кдж/м}^2 \text{ час} = 0,277 \text{ Вт/м}^2$

Вариант 5

1. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Средняя движущая сила

2. Теплообменник изготовлен из стальных труб диаметром $70 \times 2,5 \text{ мм}$. По трубам проходит газ под атмосферным давлением. Требуется найти необходимый диаметр труб при работе с тем же газом, но под давлением $P_{\text{изб}} = 5 \text{ кг/см}^2$, если требуется сохранить скорость газа прежней при том же массовом расходе газа и том же числе труб

Вариант 6

1. Массообменные процессы. Основное уравнение массопередачи. Рабочая линия массопередачи

2. Воздух атмосферного давления при температуре 30°C насыщен водяным паром. Определить парциальное давление воздуха, объемный и массовый % пара в паро-воздушной смеси. Атмосферное давление 760 мм рт. ст. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре 35 мм рт. ст.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы)

(8 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

(7 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

(6 баллов) – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

(менее 4 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

5.2.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине

Для **Тестирования** составлены тестовые задания, которые включены в контролируемую программу, созданную на базе адаптивной среды тестирования (АСТ). АСТ (адаптивная среда тестирования) в настоящее время широко внедряется Центром тестирования при Федеральном Агентстве

образования РФ. Имеются акты сдачи – приемки аттестационных педагогических измерительных материалов для компьютерного тестирования по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»

Полный перечень тестовых заданий представлен в ИХИБ ОФО

5.2.2. Образцы тестовых заданий (контролируемая компетенция ПК-16)

1. Запишите номер ### из таблицы, соответствующий значению V_o в уравнении $V_o = (\pi d^3 / 6) n$

объем частиц в слое зернистого материала	1
диаметр частиц зернистого материала	2
число частиц зернистого материала	3
смоченная поверхность зернистого материала	4
свободный объем пор или каналов зернистого материала	5
пористость слоя зернистого материала	6
свободный объем пор или каналов при $V = 1 \text{ м}^3$	7
объем зернистого материала	8

+: 1

2. Эквивалентный диаметр определяется по формуле

$$-: d_{\text{экв}} = V/F;$$

$$-: d_{\text{экв}} = 3 V/F$$

$$-: d_{\text{экв}} = 2 V /F$$

$$+: d_{\text{экв}} = 4 V/F$$

3. В уравнениях

$$Re = \frac{w_o d_{\text{экв}} \rho_o}{\mu} = \frac{w}{\varepsilon} \frac{\Phi d_3 \varepsilon \rho_o}{1 - \varepsilon \mu} = Re_3 \frac{\Phi}{1 - \varepsilon}; \text{ где } Re_3 = \frac{w d_3 \rho_o}{\mu}$$

значению ε соответствует номер ### из таблицы

вязкость жидкой или газовой среды	1
диаметр частиц зернистого материала	2
скорость газа или жидкости в каналах слоя зернистого материала	3
эквивалентный диаметр частиц	4
коэффициент, учитывающий зависимость $d_{\text{экв}}$ частиц от их формы	5
пористость слоя зернистого материала	6
скорость газа или жидкости, отнесенная ко всему сечению слоя	7
плотность газа или жидкости (среды)	8

+: 6

4. При фильтровании

$$dV = \frac{\pi R^4 n S \Delta P}{8\mu \alpha h} d\tau$$

В этом уравнении значению α соответствует номер из таблицы

вязкость фильтрата	1
высота слоя осадка	2
число пор на 1 м ²	3
площадь поперечного сечения фильтра	4
радиус капилляра	5
перепад давлений	6
время фильтрации	7
коэффициент кривизны пор	8

+: 8

Критерии оценивания результатов тестирования

Оценка			
неудовлетворительно 0 баллов	удовлетворительно 3 балла	хорошо 4 балла	отлично 6 баллов
Менее 50 % правильно выполненных заданий.	50-70% правильно выполненных заданий.	71-85% правильно выполненных заданий.	86-100% правильно выполненных заданий.

5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация проводится в письменной форме. На промежуточную аттестацию отводится 27 баллов

Вопросы к экзамену по курсу «Процессы и аппараты химической технологии».

1. Классификация основных процессов химической технологии (в зависимости от законов, определяющих скорость их протекания; по способу организации; в зависимости от изменения параметров во времени).
2. Идеализированные модели структуры потоков. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы.
3. Гидростатика и предмет ее изучения. Понятие идеальной и реальной жидкости, их свойства. Капельные и упругие жидкости. Физические свойства жидкостей.
4. Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретация. Уравнение Паскаля. Давление на дно и стенку сосуда.
5. 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.
6. Уравнение неразрывности (сплошности) потока.
7. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Л.Эйлера.

8. Уравнение Д.Бернулли для идеальной жидкости (вывод), геометрический и энергетический смысл членов этого уравнения
9. Уравнение Д.Бернулли для реальной жидкости, его физическая и геометрическая интерпретации.
10. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Понятие местного сопротивления, типы местных сопротивлений, расчет потерь напора и давления на местных сопротивлениях.
11. Основы теории подобия, ее преимущества. Физическое и математическое моделирование. Условия и теоремы подобия.
12. Геометрическое, физическое, временное подобие. Подобие начальных и граничных условий. Понятие коэффициента подобия, инвариантов, симплексов и критериев подобия.
13. Подобие гидродинамических процессов. Обработка уравнения Навье-Стокса методом анализа размерностей. Критерии гидродинамического подобия. Обобщенное критериальное уравнение.
14. Классификация насосов. Основные параметры насоса: подача, напор, потребляемая мощность, КПД.
15. Схема насосной установки и ее описание. Напор, создаваемый насосом для проектируемой и действующей установки. Расчет напора по показаниям манометра и вакуумметра.
16. Устройство и принцип действия центробежного насоса, характеристики насоса при постоянном числе оборотов. Определение рабочей точки при работе насоса на трубопровод. Формулы пропорциональности.
17. Поршневые насосы: классификация, устройство, принцип действия, область применения. График подачи.
18. Гидромеханические процессы. Понятие неоднородной системы. Классификация неоднородных систем.
19. Физические основы разделения неоднородных систем под действием силы тяжести. Режимы осаждения и их характеристика.

20. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Расчет скорости осаждения частиц в любом режиме, недостаток метода. Формула Стокса.
21. Сущность процесса отстаивания. Схема процесса отстаивания на примере простого отстойника-сгустителя. Расчет отстойника-сгустителя.
22. Классификация отстойников. Устройство и принцип работы отстойников: с наклонными перегородками, с гребковой мешалкой.
23. Очистка газов. Устройство и принцип работы пылеосадительной камеры. Расчет пылеосадительной камеры.
24. Физическая сущность мокрой очистки газов. Способы осуществления контакта запыленного газа с жидкостью. Устройство и принцип работы скруббера Вентури.
25. Устройство и принцип работы полого и насадочного скрубберов. Расчет аппаратов мокрой очистки газов.
26. Физические основы фильтрования (понятия: фильтрата, осадка; типы фильтрующих перегородок и требования, предъявляемые к ним; типы образующихся осадков; виды фильтрования и их характеристика).
27. Принципиальная схема фильтрования. Классификация фильтров. Движущая сила фильтрования и способы ее создания.
28. Уравнение фильтрования при постоянной движущей силе процесса (вывод).
29. Классификация конструкций фильтров. Устройство и принцип работы нутч – фильтра, характеристика стадий процесса.
30. Конструкции фильтров для очистки газовых систем. Устройство и принцип работы рукавного фильтра.
31. Физические основы электроочистки газов. Сущность метода электроосаждения. Формы электродов для создания неоднородного электрического поля.
32. Принцип разделения неоднородных систем в электрофильтрах. Устройство и принцип работы пластинчатого электрофильтра.

33. Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы. Скорость осаждения под действием центробежной силы.
34. Определение скорости центробежного осаждения при ламинарном режиме. Фактор разделения
35. Конструкции простейшего и батарейного циклонов. Преимущества и недостатки циклонов. Расчет циклонов.
36. Центрифугирование. Классификация центрифуг. Фактор разделения. Принцип работы отстойных центрифуг. Приведите схему и опишите конструкцию подвесной отстойной центрифуги.
37. Применение процесса центрифугирования для разделения эмульсий. Приведите схему и опишите принцип работы тарельчатого сепаратора.
38. Перемешивание в жидких средах. Цели процесса перемешивания. Способы перемешивания. Интенсивность и эффективность процесса.
39. Механическое перемешивание. Классификация мешалок. Конструкции механических мешалок, их характеристика.
40. Определение мощности, затрачиваемой на перемешивание. Расчет рабочей мощности механической мешалки (с выводом). Расчет пусковой мощности мешалки. Расчет мощности двигателя.
41. Основное критериальное уравнение процесса перемешивания с модифицированными критериями подобия. Режимы перемешивания. Определение констант критериального уравнения.
42. Принцип псевдоожижения. Достоинства и недостатки кипящего слоя. Области применения. Типы зернистых слоев.
43. Основные характеристики псевдоожиженного слоя.
44. Основные конструкции аппаратов с псевдоожиженным слоем. Расчет аппаратов с псевдоожиженным слоем.
45. Три способа переноса теплоты. Физические основы теплопередачи, основные понятия и определения. Тепловые балансы.
46. Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл, размерность.

47. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности, его физический смысл, размерность.
48. Конвективный теплообмен. Закон теплоотдачи Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл, размерность. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи.
49. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
50. Тепловое подобие. Основные критерии подобия и их физический смысл. Обобщенное критериальное уравнение.
51. Теплоотдача при конденсации паров и кипении жидкостей.
52. Теплопередача как сложный вид теплообмена. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи, его физический смысл, размерность и расчет.
53. Взаимные направления движения теплоносителей. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при различных взаимных направлениях теплоносителей.
54. Классификация теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Разновидности конструкций, области применения.
55. Классификация теплообменных аппаратов. Спиральные, пластинчатые, оросительные теплообменники. Области применения.
56. Нагревающие агенты и способы нагрева.
57. Охлаждающие агенты, способы охлаждения и конденсации.
58. Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз.
59. Равновесие между фазами. Линия равновесия. Правило фаз. Закон Генри. Закон Рауля.
60. Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера). Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.

61. Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит.

62. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.

63. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений.

64. Уравнение массопередачи при переменной движущей силе процесса. Расчет среднего значения движущей силы процесса массопередачи. Число единиц переноса.

65. Подобие диффузионных процессов. Критерии диффузионного подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного массообмена.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

«отлично» (91 и более баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

«хорошо» (81-90 баллов) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительно» (61-80 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой.

Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

«неудовлетворительно» (менее 61 балла) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине, включает две составляющие:

первая составляющая – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

вторая составляющая – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 23-24 баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенции в рамках учебной дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» в 5 семестре является зачет, в 6 семестре - экзамен.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Оценка «отлично»– от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные

программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала, обеспечивающего
--	--	--

		формирование компетенции
<p>ПК-16: способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы теории переноса импульса, тепла и массы; • основные принципы математического описания процессов и аппаратов химических технологий, основные принципы и методы моделирования химико-технологических процессов, включая математическое и физическое моделирование, в т.ч. основы теории обобщённых переменных; • основные физико-химические и термодинамические свойства жидкостей, газов и твёрдых тел, основные методы их определения и расчёта; • основные уравнения и закономерности гидростатики и гидродинамики жидкостей и газов; тепловых и массообменных процессов • результаты решения основных уравнений тепловых и массообменных процессов применительно к прикладным их задачам, включая процессы выпаривания, абсорбции, простой перегонки и ректификации, применение методов теории подобия при 	<p>- типовые оценочные материалы для устного и письменного опроса; типовые тестовые задания (см. раздел 5)</p>

	<p>решении прикладных задач.</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные закономерности движения двухфазных и многофазных потоков; • основы теории процессов теплопереноса, включая процессы передачи теплоты теплопроводностью и конвективного теплообмена; • принципы составления тепловых балансов, методики расчёта статики и кинетики процессов теплопереноса, включая расчёты движущих сил и скорости протекания процессов; • устройство и работу основных типовых конструкций теплообменной аппаратуры; основы проектирования теплообменной аппаратуры и способы интенсификации процессов теплообмена; характеристики основных промышленных теплоносителей; <p>применение методов теории подобия при решении практических задач теплообмена;</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы теории процессов массопереноса в системах со свободной и неподвижной поверхностью контакта фаз, включая процессы 	
--	---	--

	<p>массопереноса молекулярной и конвективной диффузией;</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные задачи статики массообменных процессов, включая принципы составления материальных балансов, основные законы и расчёт межфазного термодинамического равновесия, движущих сил процессов; • основные задачи и методы расчёта кинетики процессов массопереноса, включая расчёты основных кинетических показателей процессов; • принципиальное устройство массообменных аппаратов, основные методы и принципы их проектного расчёта; применение методов подобия при решении практических задач массообменных процессов; • основные методы расчёта диаметра и высоты колонных массообменных аппаратов; • основные способы оптимизации и пути повышения эффективности массообменных процессов 	
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять и рассчитывать основные физико-химические и 	<p>- оценочные материалы для самостоятельной работы (типовые</p>

	<p>термодинамические свойства жидкостей и газов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять и рассчитывать гидродинамические характеристики движения жидкостей и газов; • проводить расчёты основных характеристик различных теплообменных процессов, включая тепловые нагрузки теплообменных аппаратов, движущие силы процессов теплопередачи, коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи; • проводить тепловой и конструктивный расчёты теплообменников различного назначения, проводить их поверочные расчёты; • подбирать нормализованные варианты конструкций теплообменных аппаратов для решения практических задач теплообмена; • применять вычислительную технику для выполнения проектных задач, связанных с проектированием аппаратов для проведения химико-технологических процессов тепло- и массопереноса 	<p>задачи); типовые тестовые задания (см. раздел 5)</p>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проектирования 	<p>- оценочные материалы для самостоятельной</p>

	теплообменного оборудования и аппаратов для проведения массообменных процессов; • методами оптимизации режимно-технологических параметров проведения типовых химико-технологических процессов и работы химического оборудования.	работы (типовые задачи); типовые тестовые задания (см. раздел 5)
--	---	--

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить формирование компетенции ПК-16:

- способность критически оценивать известные способы решения технологических вопросов и обосновывать предложения по их совершенствованию;

- способность анализировать способы расчета химической аппаратуры и использовать полученные знания для их оптимизации.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Распечатки конспектов лекций
2. В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др.; Под ред. В.Г. Айнштейна. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник: В 2 кн. / М.: Логос; Высш. шк., 2003. Кн.1. 912 с.: ил.
3. .В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др.; Под ред. В.Г. Айнштейна. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник: В 2 кн. / М.: Логос; Высш. шк., 2002. Кн.2. 872 с.: ил.

4. Мусаева Э.Б., Мусаев Ю.И., Квашин В.А. Внутренние задачи гидродинамики. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Нальчик, КБГУ, 2015
5. Мусаева Э.Б., Мусаев Ю.И., Квашин В.А., Казанчева Ф.К. Процессы и аппараты химической технологии. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Нальчик, КБГУ, 2015
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов. – Изд. 12-е стер./ перепеч. с изд. 1987. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 575 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии – М: Альянс, 2008
2. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. М: Химия, 1991
3. Калекин В. С. Процессы и аппараты химической технологии: Гидромеханические и тепловые процессы: Учеб. пособие. В 2 ч. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. Ч.1. – 212 с.

7.3. Интернет-ресурсы

7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к ресурсам:

– **общие информационные, справочные и поисковые:**

Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.

Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

Перечень договоров с электронно-библиотечными системами

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2018/2019	ФГБУ «Российская государственная библиотека» (РГБ) Договор №095/04/0104 от 04.07.18	от 04.07.18

2018/2019	Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии» Реферативная и аналитическая база данных Договор № б/н от 16.02.18г.	от 16.02.18г.
2018/2019	НЭБ РФФИ на безвозмездной основе	Бессрочно
2018/2019	База данных Science Index (РИНЦ) Национальная информационно-аналитическая система ООО «НЭБ» Договор № SIO-741/2018 от 05.03.2017	от 05.03.2017
2018/2019	ЭБС «Консультант студента» Учебники, учебные пособия, по всем областям знаний для ВО и СПО, а также монографии и научная периодика ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №122СЛ/09-2018 от 17.09.2018г.	от 17.09.2018г.
2018/2019	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Лицензионный договор №3514/18 от 20.03.2018г.	от 20.03.2018г.
2018/2019	ООО «Полпред справочники» на безвозмездной основе	Бессрочно
2018/2019	Международная система библиографических ссылок Crossref Цифровая идентификация объектов (DOI) НП «НЭИКОН» Договор №CRNA-714-18 от 07.03.2018г.	от 07.03.2018г.
2018/2019	Справочно-информационные системы «Консультант Плюс», «Гарант»	Бессрочно

7.4. Программное обеспечение

СИСТЕМНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Windows XP

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office 2007 Pro

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: СДО Moodle,

SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro, MathConnex

Электронные учебные ресурсы:

- тренировочные и контрольные тесты по каждому разделу;
- виртуальная лаборатория.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используется:

лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) № V 2123829;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition № лицензии17E0-180427-050836-287-197;
- AltLinux (Альт Образование 8) № AAA.0252.00;

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

7. 5. Методические указания по проведению различных учебных занятий и другим видам самостоятельной работы

Использование инновационных методов в процессе преподавания.

Под инновационными методами в высшем профессиональном образовании понимаются методы, основанные на использовании современных достижений науки и информационных технологий в образовании. Они направлены на повышение качества подготовки путем развития у студентов творческих способностей и самостоятельности (методы проблемного и проективного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы и т.д.).

Использование современных инновационных технологий в учебном процессе позволяет:

- сочетать высокую экономическую эффективность и гибкость учебного процесса;
- широко использовать информационные ресурсы в учебном процессе;
- существенно расширить возможности традиционных форм обучения;
- позволяет реализовать новые эффективные формы обучения.

Работы по внедрению и использованию современных инновационных технологий обучения нами проводятся в нескольких направлениях:

- создание современного учебно-методического обеспечения учебного процесса и совершенствование организации учебного процесса путем внедрение новых технологий обучения, в том числе дистанционных образовательных технологий (ДОТ);
- программно-техническое обеспечение учебного процесса с использованием современных технологий обучения

Начиная с 80х годов и до настоящего времени, на кафедре органической химии ведутся работы по внедрению в учебный процесс новых информационных технологий. Почти по всем кафедральным дисциплинам созданы обучающе-контролирующие программы.

В последние годы при создании обучающе-контролирующих программ нами используется «Конструктор тестов», созданный на базе адаптивной среды тестирования (АСТ). АСТ (адаптивная среда тестирования) в настоящее время широко внедряется Центром тестирования при Федеральном агентстве образования РФ.

Весь материал теоретической поддержки (конспекты лекций) заносится на магнитный диск и представляет собой обучающую часть разработанной нами программы. Разработанные тестовые задания включены в контролируемую часть программы (Конструктор тестов). С помощью мастера тестовых заданий, встроенного в Конструктор тестов, разработанные нами тестовые задания были занесены в «накопитель тестовых заданий». «Накопитель тестовых заданий» представляет собой базу данных специальной структуры, используемой для хранения информации о форме и содержании

тестовых заданий, параметрах генерации тестов и способов оценивания результатов тестирования. «накопитель тестовых заданий». Генератор тестов, встроенный в «мастер» тестовых заданий, определяет значения параметров, на основе которых динамически, в процессе тестирования, формируются тесты из тестовых заданий, содержащихся в НТЗ. Разработанные нами тестовые задания по дисциплине позволяют достаточно объективно оценить знания студента.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций и т.п.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

Главным звеном дидактического цикла обучения дисциплине является лекция. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Изучение курса «Процессы и аппараты химической технологии» построено на принципах разумной формализации и уплотнения учебной информации, что, естественно, должно способствовать лучшему усвоению современной трактовки учебного материала.

На первых лекциях по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» необходимо дать основные понятия, принципы применения

теории подобия к расчетам химической аппаратуры, объяснить студентам, как пользоваться диаграммами и номограммами в сборнике примеров и задач.

Прежде, чем студент прослушает лекцию, он должен проработать основной теоретический материал по теме, который представлен в учебниках и распечатках лекций, занесенных на магнитный носитель.

Чтение лекций по данной дисциплине проводится с использованием мультимедийных презентаций. Презентация позволяет преподавателю четко структурировать материал лекции, экономить время, затрачиваемое на рисование на доске схем, написание формул и других сложных объектов, что дает возможность увеличить объем излагаемого материала. Кроме того, презентация позволяет очень хорошо иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками которые есть в учебном пособии, но и полноцветными фотографиями, рисунками, и т.д. Электронная презентация позволяет отобразить физические и химические процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала. Студентам предоставляется возможность копирования презентаций для самоподготовки и подготовки к экзамену.

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ. Поэтому при проведении лабораторного занятия преподавателю рекомендуется:

- провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).
- проверить планы выполнения лабораторных работ, подготовленные студентом дома (с оценкой).
- оценить работу студента в лаборатории и полученные им данные (оценка).
- проверить и выставить оценку за отчет.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может не носить обязательный характер, а выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

При изучении курса «Процессы и аппараты химической технологии» студент не может ограничиться только рассмотрением теоретических вопросов, а должен стремиться активно применять рациональные приемы поиска, отбора и использования информации при выборе оптимальных путей решения практических задач при выборе и расчете аппаратуры для проведения химических процессов. Поэтому основным условием глубокого изучения курса, развития научного мышления и закрепления у студентов является решение задач на практических занятиях. При решении задач студент должен продемонстрировать, как можно прийти к правильному выводу, используя теоретические концепции и факты, изложенные в теоретическом курсе. Форма проведения занятий – практические занятия с решением задач.

При проведении практических занятий следует не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия целесообразно строить следующим образом:

- вводная преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).
- беглый опрос.
- решение 1-2 типовых задач у доски.
- самостоятельное решение задач.
- разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

Для проведения занятий необходимо иметь большой банк заданий и задач для самостоятельного решения, причем эти задания могут быть дифференцированы по степени сложности.

После ознакомления с темой лекции, студент решает примеры и задачи, закрепляя свои знания по теме. Для успешного закрепления материала студент должен научиться пользоваться сборником примеров и задач [3], в котором имеются:

- основные формулы для расчетов,
- номограммы и диаграммы, значительно облегчающие расчеты по сложным формулам,
- таблицы с необходимыми для расчетов свойствами химических соединений в газовой, жидкой и твердой форме,

- основные параметры различных аппаратов, применяемых в химической технологии.

В зависимости от раздела дисциплины и подготовленности студентов можно использовать два пути:

- давать определенное количество задач для самостоятельного решения, равных по трудности, а оценку ставить за количество решенных за определенное время задач.
- - выдавать задания с задачами разной трудности и оценку ставить за трудность решенной задачи.

По результатам самостоятельного решения задач следует выставять по каждому занятию оценку. Оценка предварительной подготовки студента к практическому занятию может быть сделана путем экспресс-тестирования (тестовые задания закрытой формы) в течение 5, максимум - 10 минут. Таким образом, при интенсивной работе можно на каждом занятии каждому студенту поставить по крайней мере две оценки.

По материалам раздела целесообразно выдавать студенту домашнее задание и на последнем практическом занятии по разделу подвести итоги его изучения (например, провести контрольную работу), обсудить оценки каждого студента, выдать дополнительные задания тем студентам, которые хотят повысить оценку за текущую работу.

При организации внеаудиторной **самостоятельной работы** используются следующие ее формы:

- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это - решение задач; подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет. выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы

На самостоятельную работу студентов по учебному плану отводится 101 час,. Самостоятельная работа студента носит систематический характер.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме $\approx 50\%$ общего количества часов, соответствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы и ориентирует студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составлены по разделам и темам, по которым требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

В разделе **4.2.** приведены номера задач по каждой теме, часть из которых рассматривается на семинарских занятиях, остальные студенты должны решить самостоятельно. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента. При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских занятиях, проверка письменных работ.

При подготовке к коллоквиуму следует:

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- **прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную** по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;

при затруднениях проконсультироваться с преподавателем.

Методические рекомендации по подготовке к тестированию. Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;
- четко выяснить все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.

- приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выбрать правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;
 - в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.
 - не тратить много времени на чрезвычайно трудный для вопрос, следует перейти к другим тестам, а к трудному вопросу вернуться в конце.
- е) обязательно оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Минимально необходимый для реализации ОПОП перечень материально-технического обеспечения включает в себя: лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в сеть Интернет), помещения для проведения лабораторных, семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), компьютерные классы и др.

По дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

Занятия лекционного типа и семинарские занятия проводятся в аудитории 203, лабораторные работы выполняются в лаборатории 212.

№ ауд.	Основное оборудование, обеспечивающее проведение лекционных, практических и лабораторных занятий	Основное назначение
203	Наличие мультимедийного оборудования	Обучающее: при проведении лекционных и практических занятий
212	В лаборатории 212 имеется приобретенная химическим факультетом установка для исследования гидродинамических процессов (5 лабораторных работ). Собраны установки для проведения лабораторного практикума по процессам и аппаратам химической технологии [4,5]	Обучающее: при проведении лабораторных занятий

Приложение 1

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» по направлению подготовки 18.03.01 – «Химическая технология»; профиль «Технология и переработка полимеров» на _____ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений протокол № ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Приложение 2

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/ п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5б	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б

			.		
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0 б.	0 б.	0 б.	0 б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач,)	<i>от 0 до 15 б.</i>	<i>от 0 до 5 б.</i>	<i>от 0 до 5 б.</i>	<i>от 0 до 5 б.</i>
3	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12 б.	от 0 до 4 б.	от 0- до 4 б.	от 0- до 4 б.
	коллоквиум	от 0 до 18 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
4	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70 баллов	до 23 б.	до 23 б.	до 24 б.
5	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б.
6	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б.	менее 23 б.	менее 24 б.
7	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б.	не менее 24 б.

Приложение 3

Шкала оценивания планируемых результатов обучения

Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания
---------	------------------

	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
5-6	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

для зачёта

Семестр	Шкала оценивания	
	Незачтено (36-60)	Зачтено (61-70)
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил ни на один вопрос.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете представил полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

Промежуточная аттестация для экзамена

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
6	<p>Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) не дал полного ответа ни на один вопрос.</p> <p>Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ только на один вопрос</p>	<p>Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса.</p> <p>Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене (диф. зачете) не дал полного ответа ни на один вопрос.</p>	<p>Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ только на один вопрос.</p>	<p>Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p>

