

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

 А.В. Бурмистров

« 11 » 10. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине

Б1.Б.17. Процессы и аппараты химической технологии

Направление подготовки

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
(шифр) (наименование)

химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

профиль подготовки

Основные процессы химических производств и
химическая кибернетика

Квалификация (степень) выпускника

БАКАЛАВР

Форма обучения

ОЧНАЯ

Институт, факультет

ИНХН, ФННХ

Кафедра-разработчик рабочей программы

ПАХТ

Курс 2 семестр 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	108	3
Форма аттестации	Экзамен, 27	0,75
Всего	216	6

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №227 от 12.03.2015
(номер, дата утверждения)

по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
(шифр) (наименование)

технологии, нефтехимии и биотехнологии»

по профилю: «Основные процессы химических производств и химическая кибернети-
ка» на основании учебного плана для начала подготовки 2017, 2018 г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ
(должность)


(подпись)

А.В. Малыгин
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ,
протокол от 31.08.2018 г. № 11

Зав. кафедрой


(подпись)

А.В. Клинов
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета нефти и нефтехимии от 7.09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

Н.Ю. Башкирцева
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

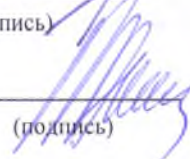
Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 10.10 2018 г. № 9

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах процессов химической технологии и конструкциях аппаратов для их проведения,*
- б) обучение технологии получения конечного результата – выбора оптимальных режимных параметров протекающих процессов и расчета основных размеров соответствующих аппаратов,*
- в) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,*
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в промышленных аппаратах.*

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,*
- б) информатика,*
- в) физика,*
- г) общая и неорганическая химия,*
- д) физическая химия,*
- е) техническая термодинамика и теплотехника.*

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) дополнительные главы процессов и аппаратов химической технологии*
- б) общая химическая технология,*

в) моделирование химико-технологических процессов,

г) системы управления химико-технологическими процессами.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1 – способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.

ПК-5 – готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

ПК-17 – способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) основы теории переноса импульса
б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
в) основные уравнения движения жидкостей;
г) типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.
- 2) Уметь: а) определять характер движения жидкостей и газов;
б) определять основные характеристики процессов импульсопередачи;
в) рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.
- 3) Владеть: а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

- б) навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- в) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Семинар Практическое занятие)	Лабо- ратор- ные работы	СРС	
1	Введение	4	1	2	-	-	-	
2	Теоретические основы процессов химической технологии	4	2-6	12	-	11	36	Выступление по теме коллоквиума, защита лабораторных работ
3	Гидромеханические процессы и аппараты	4	8-15	16	12	12	47	Выступление по теме коллоквиума, защита лабораторных работ, защита расчетных заданий
4	Теплообменные ПАХТ	4	16-18	6	6	4	25	Выступление по теме коллоквиума, защита лабораторных работ, защита расчетных заданий
	Форма аттестации			36	18	27	108	Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение	2	Введение в курс «Процессы и аппараты химической технологии»	Предмет, цели и задачи дисциплины, её роль в подготовке бакалавров по направлению «Химическая технология». Классификация основных процессов химической технологии. Гипотеза сплошности среды; силы и напряжения, действующие в жидких средах; режимы движения.	ПК-1, ПК-5, ПК-17
2	Теоретические основы процессов химической технологии	2	Механизмы и уравнения переноса	Иерархия характерных масштабов; способы усреднения; молекулярный, конвективный и турбулентный механизмы переноса; условия макроскопического проявления и направление процессов переноса, выражения для потоков массы, энергии и импульса за счет различных механизмов	ПК-1, ПК-5, ПК-17

3		4	Законы сохранения	Законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах, анализ полученных уравнений, частные случаи (уравнения Навье-Стокса, Эйлера, Бернулли, Фурье-Кирхгофа, нестационарные уравнения Фурье, Фика); теоретическое описание процессов переноса, условия однозначности; поля скорости, давления, температуры, концентраций; понятие о пограничных слоях; аналогия процессов переноса	ПК-1, ПК-5, ПК-17
4		4	Моделирование	Цели, основные понятия и этапы математического и физического моделирования, теория подобия, проблема масштабного перехода; структура потоков в аппаратах, ее основные характеристики и модели, моделирование структуры потоков с помощью перечисленных методов моделирования	ПК-1, ПК-5, ПК-17
5		2	Межфазный перенос субстанций	Вывод уравнений массо-, тепло- и импульсоотдачи в локальной и интегральной формах, подобие соответствующих процессов; определение коэффициентов массо-, тепло- и импульсоотдачи, аналогия процессов массо-, тепло- и импульсоотдачи; уравнения массо-, тепло- и импульсопередачи, определение соответствующих коэффициентов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
6	Гидромеханические ПАХТ	6	Гидромеханика	Гидростатика: абсолютный и относительный покой, поле давления и поверхности равного давления, основное уравнение гидростатики. Гидродинамика: характеристики движения сред (поток и его геометрические элементы, установившиеся, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное течение; идеальная и реальная жидкость, виды напора, гидравлическое сопротивление, потерянные напор и давление, коэффициенты гидравлического сопротивления и трения). Решение уравнений движения и неразрывности для стабилизированного течения в цилиндрической трубе при ламинарном и турбулентном режимах, пленочного течения жидкости при ламинарном и турбулентном режимах (поля скорости, потока импульса, давления). Движение пленки жидкости, взаимодействующей с газовым потоком. Физическое моделирование при решении задач гидродинамики (истечение жидкости из отверстий, обтекание твердых тел,	ПК-1, ПК-5, ПК-17

				образование и движение газовых пузырей и капель, массовый барботаж, движение через слои зернистых материалов и насадок, псевдосжиженные слои, пневмо- и гидротранспорт). Расчет гидравлического сопротивления аппаратов и оптимизация движения в них. Движение неньютоновских жидкостей.	
7		4	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	Классификация насосов и их основные характеристики. Динамические насосы: центробежные, осевые, вихревые, струйные, газлифты; объемные насосы: поршневые, диафрагмовые, шестеренные, пластинчатые, винтовые, Монтежю. Сравнительный анализ работы насосов различных типов. Классификация компрессорных машин и их основные характеристики. Термодинамические основы процесса сжатия. Объемные компрессоры: поршневые, пластинчатые, водокольцевые, с двумя вращающимися поршнями; динамические компрессоры: центробежные, осевые. Сравнительный анализ работы компрессорных машин.	<i>ПК-1, ПК-5, ПК-17</i>
8		4	Разделение неоднородных систем.	Неоднородные системы и методы их разделения. Отстаивание, конструкции отстойников, схема их расчета. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны, их конструкции и расчет. Осадительные центрифуги, их конструкции и расчет. Фильтрация суспензий: конструкции фильтров, фильтрующих центрифуг. Уравнения фильтрования. Расчет аппаратов для фильтрования. Очистка газов фильтрованием. Мокрая очистка газов, конструкции скрубберов. Очистка газов в электрическом поле, конструкции и расчет электроосодителей. Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем.	<i>ПК-1, ПК-5, ПК-17</i>
9		2	Перемешивание в жидких средах	Суть, цели, эффективность и интенсивность перемешивания. Механическое перемешивание. Классификация и конструкции мешалок. Характер движения жидкости в аппаратах с мешалками. Физическое моделирование аппаратов с мешалками. Определение мощности мешалки. Расчет мешалок. Пневматическое перемешивание. Другие способы перемешивания: в трубопроводах, с помощью сме-	<i>ПК-1, ПК-5, ПК-17</i>

				сителей, циркуляционное.	
10	Теплообменные ПАХТ	4	Теплообмен	Кондуктивный теплообмен в плоской и цилиндрической стенке, их термические сопротивления. Конвективный теплообмен: гидродинамический и тепловой пограничные слои (ламинарный и турбулентный) на плоской пластине; теплообмен в трубах, участки гидродинамической и тепловой стабилизации, стабилизированный теплообмен при ламинарном и турбулентном режимах течения; физическое моделирование конвективного теплообмена (теплообмен с телами сложной формы, влияние на теплообмен изменения теплофизических характеристик теплоносителя, теплообмен при изменении фазового состояния теплоносителя); теплообмен излучением; нестационарный теплообмен. Оптимизация и интенсификация теплообмена.	ПК-1, ПК-5, ПК-17
11		2	Промышленные способы передачи тепла	Виды теплоносителей. Подвод и отвод теплоты. Классификация и конструкции теплообменников. Методика расчета теплообменника.	ПК-1, ПК-5, ПК-17

6. Содержание практических занятий

Основными целями проведения практических занятий являются: закрепление и углубление знаний теоретического материала и приобретение навыков технологического расчета типовых аппаратов химической технологии.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание задания	Формируемые компетенции
1	Гидромеханические ПАХТ	4	Расчет центробежного насоса	Расчет потребного напора для перемещения жидкости по гидравлической сети и подбор нормализованного насоса	ПК-5, ПК-17
2		4	Расчет циклона	Определить основные размеры нормализованного циклона для заданной очистки газа от пыли	ПК-5, ПК-17
3		4	Расчет мешалки	Рассчитать пропеллерную и турбинную мешалки для равномерного распределения частиц твердой фазы в жидкой и выбрать потребляю-	ПК-5, ПК-17

				щую меньшую мощность	
4	Теплообменные ПАХТ	6	Расчет кожухотрубчатого теплообменника	Рассчитать 2 варианта нормализованного теплообменника: при ламинарном и турбулентном движении теплоносителя по трубам, проанализировать их преимущества и недостатки	ПК-5, ПК-17

7. Содержание лабораторных занятий

Цели лабораторного практикума заключаются в следующем:

1. Закрепление и углубление знаний по теории основных процессов химической технологии.
2. Приобретение и совершенствование навыков экспериментальных исследований. Освоение методов обработки опытных данных.
3. Изучение устройств, принципов действия, режимов работы аппаратов на примерах модельных установок.
4. Ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, а также с организацией и методикой проведения экспериментов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Теоретические основы процессов химической технологии	3	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	ПК-1, ПК-5,
2		4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	ПК-1, ПК-5,
3		4	Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс теплопередачи, ч. 1	ПК-1, ПК-5
4	Гидромеханические ПАХТ	4	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	ПК-1, ПК-5
5		4	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	ПК-1, ПК-5
6		4	Определение потерь напора в прямой трубе круглого сечения	ПК-1, ПК-5
7	Теплообменные ПАХТ	4	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	ПК-1, ПК-5

Лабораторные работы проводятся в помещении учебных лабораторий кафедры с использованием специального оборудования. В рамках лабораторного практикума предусмотрено проведение коллоквиумов по основным трем разделам курса для лучшего освоения теоретического материала.

8 Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Механизмы и уравнения переноса	10	Подготовка к коллоквиуму, лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
2	Законы сохранения	10	Подготовка к коллоквиуму, лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
3	Моделирование	10	Подготовка к коллоквиуму, лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
4	Межфазный перенос субстанций	6	Подготовка к коллоквиуму	ПК-1, ПК-5, ПК-17
5	Гидромеханика	10	Подготовка к коллоквиуму, лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
6	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	16	Подготовка к коллоквиуму, лабораторной работе, обработка результатов, выполнение расчетного задания, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
7	Разделение неоднородных систем.	11	Подготовка к коллоквиуму, выполнение расчетного задания, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
8	Перемешивание в жидких средах	10	Выполнение расчетного задания, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
9	Теплообмен	10	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17
10	Промышленные способы передачи тепла	15	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, выполнение расчетного задания, оформление отчетов	ПК-1, ПК-5, ПК-17

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» используется рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого со-

вета ФГБОУ ВО «КНИТУ», №7 от 4 сентября 2017 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

При расчете текущего рейтинга $R^{\text{тек}}$ за семестр каждая работа студента оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные оценки, например, 3,8 или 4,5). Работа считается зачтенной, если изначальный балл ≥ 3 . В случае несвоевременной сдачи работы может вводиться понижающий коэффициент 0,8, а при отсутствии студента на занятии без уважительной причины и последующей отработки – коэффициент 0,6. По завершении семестра определяются средние баллы, набранные студентом по всем видам работ. Текущий рейтинг студента за семестр рассчитывается следующим образом:

$$R^{\text{тек}} = K \cdot \left(\sum_{i=1}^n a_i B_i \right), \text{ где } K - \text{коэффициент, равный 20, } B_i - \text{средний за семестр}$$

балл студента по работам вида i ; a_i - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида i ; n – количество видов работ в семестре (лабораторные, расчетные, коллоквиумы).

Таким образом, для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов. По дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрены коллоквиумы, расчетные задания и лабораторные работы. Распределение весовых множителей по семестрам следующее:

$$a_k = 0,4; a_p = 0,3; a_{\text{л}} = 0,3;$$

При положительной сдаче экзамена студент может набрать $R^{\text{э}}$ от 24 до 40 баллов.

При этом каждый вопрос экзамена также оценивается по пятибалльной шкале. Балл вопроса учитывается при расчете $R^{\text{э}}$, если он ≥ 3 .

$$R^{\text{э}} = 8 \left(\sum_{i=1}^B B_i^{\text{э}} \right) / B, \text{ где } B_i^{\text{э}} - \text{балл за соответствующий экзаменационный вопрос,}$$

B – количество вопросов в билете.

Рейтинг по дисциплине $R^{\text{дис}}$ находится суммированием баллов текущего $R^{\text{тек}}$ и экзаменационного $R^{\text{э}}$ рейтингов.

№ п/п	Форма контроля успеваемости	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
1	<i>Выступление по теме коллоквиума</i>	14,4	24
2	<i>Защита лабораторных работ</i>	10,8	18
3	<i>Защита расчетных заданий</i>	10,8	18
4	<i>Экзамен</i>	24	40
	Итого:	60	100

Перевод рейтинга по дисциплине в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$87 \leq R^{\text{дис}} \leq 100$ – отлично.

$73 \leq R^{\text{дис}} < 87$ – хорошо;

$60 \leq R^{\text{дис}} < 73$ – удовлетворительно;

$0 \leq R^{\text{дис}} < 60$ – неудовлетворительно;

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Разинов, А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А.И.Разинов, А.В.Клинов, Г.С.Дьяконов. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 860 с.	115 экз. в УНИЦ КНИТУ Электронные источники: http://ft.kstu.ru/ft/Razinov-Protces-sy_i_apparaty_khimicheskoy_tekhnologii.pdf https://e.lanbook.com/book/102086
2. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А.Носков. –13-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 575 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов [и др.]; под ред. Ю.И. Дытнерского. – 3-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 496 с.	987 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 14-е изд., стереотип., – М.: Альянс, 2007. – 750 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн. / Ю.И.Дытнерский. – 3-е изд. – М.: Химия, 2002. – 768 с	Ч.1: 849 экз. в УНИЦ КНИТУ Ч.2: 853 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лащинский, А.Р. Толчинский. – 4-е изд., стереотип. – М: Арис. 2010. –	1000 экз. в УНИЦ КНИТУ

753 С..	
4. Проектный расчет оптимальной ректификационной колонны с колпачковыми, ситчатыми и клапанными тарелками для разделения бинарной смеси: метод. указания / сост. Г.С. Дьяконов [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2008. – 20 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 250 экз. на каф. ПАХТ
5. Проектирование оптимальной многокорпусной выпарной установки: метод. указания / сост. Ф.А. Абдулкашапова, А.И. Разинов, И.П. Анашкин; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2009. – 20 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ, 53 экз. на каф. ПАХТ
6. Проектирование оптимального насадочного абсорбера: метод. указания / сост. А.И. Разинов, И.П. Анашкин, Л.Р. Миннибаева; Казан. нац. иссл. технол. ун-т. – Казань, 2014. – 20 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 50 экз. на каф. ПАХТ

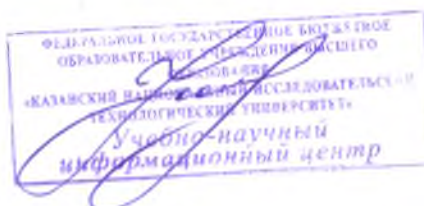
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – [http:// ruslan.kstu.ru/](http://ruslan.kstu.ru/)
2. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www/biblio-online.ru/>
3. ЭБС «Рукоонт» - <http://rucont.ru/>
4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



И.И. Усольцева

11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук),

2. Лабораторные занятия

- a. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
- b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
- c. компьютерный класс.

3. Прочее

- a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами. При проведении коллоквиумов и защите лабораторных работ организуются дискуссии между студентами. Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» составляют 30 часов

аудиторных занятий, требуемых учебным планом. Интерактивные методы способствуют лучшему усвоению лекционного материала и формируют знания, отношения, навыки поведения.

Лабораторный практикум изложен в учебном пособии, необходимый тираж которого имеется в библиотеке, что позволяет студентам самостоятельно готовиться к лабораторным работам, проводить обработку результатов и оформление отчёта.