

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 09. » 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплинам Б1.В.ОД.11 «Процессы и аппараты химической техноло-
гии»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и обо-
рудование»

Профиль подготовки (шифр) (наименование)
«Оборудование нефтегазопереработки», «Технологиче-
ское оборудование химических и нефтехимических производств»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, механический факультет

Кафедра-разработчик рабочей программ «Процессы и аппараты химиче-
ской технологии»,

Курс 3, семестры 5,6

	Часы		Зачетные единицы	
	5 семестр	6 семестр	5 с.	6 с.
Лекции	18	36	0,5	1
Практические занятия	—	18	—	0,5
Лабораторные занятия	9	45	0,25	1,25
Самостоятельная работа(в том числе к.п.)	9	108	0,25	3
Форма аттестации	зачет	экз., 45 в т.ч. к.п.	—	1,25
Всего за 5 семестр	36	—	1	—
Всего за 6 семестр	—	252	—	7
	288		8	

Казань 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1170 от 20. 10. 2015 по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(шифр)

(наименование)

Для профилей подготовки «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», «Оборудование нефтегазопереработки» на основании учебного плана набора обучающихся 2018 года.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ

(должность)

(подпись)

А.Ш. Бикбулатов

(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ

протокол от 31.08.18 № 11

Зав. Кафедрой, профессор

(подпись)

А.В. Клинов

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 03.09.2018 г. № 7

Председатель комиссии, доцент

(подпись)

А.В. Гаврилов

(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент

(подпись)

Л.А. Китаева

(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»:

- 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 *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской; проектно-конструкторской; производственно-технологической* видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) *математика,*
- б) *информатика,*
- в) *физика,*
- г) *химия,*
- д) *теоретическая механика,*
- ж) *термодинамика,*
- з) *инженерная графика,*
- е) *механика жидкости и газа*

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

- а) конструирование и расчет элементов оборудования,*
- б) машины и аппараты химической промышленности.*
- в) интенсификация тепло- массообменного оборудования.*

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-2 – умеет моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

ПК-4 – способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) основы теории переноса тепла и массы;
 - б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
 - в) основы теории теплопередачи и массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз;
 - г) типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.
- 2) Уметь: а) определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
 - б) рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического оборудования.
- 3) Владеть: а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
 - б) навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
 - в) навыками определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекция	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	СРС	
1 Гидромеханические процессы	5	1-15	16		9	9	Защита лабораторных работ
	6				9		
2. Теплообменные процессы	5	15-18	2				Защита лабораторных работ,
Всего в семестре	5		18		12	9	Зачет
2. Теплообменные процессы	6	1-3	6	8	4	18	Защита лабораторных работ, расчетных заданий, реферат
3. Массообменные процессы	6	4-18	30	10	33	54	Защита лабораторных работ, расчетных заданий
4. Курсовой проект	6					36	Защита проекта
Всего в семестре	6		36	18	45	108	Экзамен
ИТОГО	5,6		54	18	54	117	

5. Содержание лекционных занятий по темам.

Использование изданных учебных пособий и электронных версий курса лекций, а также демонстрационного материала в виде слайдов для графо- и мультимедийного проекторов позволяет существенно ускорить темп чтения лекций и изложить курс за 54 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Компетенции
1	Гидромеханические процессы	16			
		10	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,	ПК-2 ПК-4

				конструкции и расчет электроосадителей. Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем.	
		6	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 смесителей, циркуляционное.	ПК-2 ПК-4
2	Теплообменные процессы	8			
		4	Теплообмен	Виды теплообмена. Определение основных характеристик теплопередачи. Виды теплоносителей. Классификация и конструкции теплообменников. Методика расчета теплообменника.	ПК-2 ПК-4
		4	Выпаривание	Способы выпаривания. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок. Материальный и тепловой балансы выпарной установки. Температурные потери. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной выпарной установки.	ПК-2 ПК-4
3	Массообменные процессы	30			
		6	Теория массообмена	Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий. Модификации уравнений массопередачи: основное уравнение массопередачи, объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло – и массообмена. Упрощенные модели массоотдачи: пленочная, турбулентного диффузионного пограничного слоя Ландау-Левича, проникания и обновления поверхности. Основы классификации и расчета массообменных аппаратов. Технологический расчет аппаратов с непрерывным контактом фаз. Специфика расчета аппаратов со ступенчатым контактом фаз, теоретические тарелки, эффективность по Мэрфри, аналитический и графический способы определения числа тарелок.	ПК-2 ПК-4
		4	Абсорбция	Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схемы процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Десорбция. Устройство и принципы работы абсорберов.	ПК-2 ПК-4
		8	Перегонка	Равновесие в двухкомпонентных парожидкостных системах. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с дефлегмацией. Непрерывная ректификация: схема установки, материальный баланс, рабочие линии, тепловой ба-	ПК-2 ПК-4

				ланс, выбор флегмового числа, особенности расчета. Периодическая ректификация.	
		4	Экстракция	Способы бинарной экстракции. Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция. Непрерывная противоточная экстракция. Классификация и конструкции экстракторов.	ПК-2 ПК-4
		3	Сушка	Общие сведения, виды сушки. Равновесие при сушке. Параметры влажного воздуха. Формы связи влаги с материалом. Материальный и тепловой балансы, линия реальной сушки. Кинетика сушки. Классификация и конструкции сушилок.	ПК-2 ПК-4
		3	Адсорбция	Общие сведения. Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса. Схемы и стадии процесса. Конструкция адсорберов. Ионнообмен.	ПК-2 ПК-4
		2	Мембранные процессы	Общие сведения. Типы мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов.	ПК-2 ПК-4

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/семинара	Краткое содержание	Компетенции
1	Теплообменные процессы	4	Расчет теплообменника	Расчет коэффициентов теплоотдачи теплоносителей. Составление теплового баланса. Определение поверхности теплообмена.	ПК-2 ПК-4
2		4	Расчет выпарной установки	Составление материального и теплового балансов. Расчет коэффициентов теплопередач. Определение поверхности аппаратов.	ПК-2 ПК-4
3	Массообменные процессы	6	Расчет абсорбера	Определение движущей силы. Расчет скорости. Составление материального баланса. Расчет коэффициента массопередачи. Определение размеров аппарата.	ПК-2 ПК-4
4		4	Расчет ректификационной колонны	Составление материальных балансов. Определение флегмового числа. Определение диаметра аппарата. Определение коэффициента массоотдачи в фазах. Определение высоты аппарата. Составление теплового баланса установки.	ПК-2 ПК-4

7. Содержание лабораторных занятий

Основными целями выполнения лабораторных работ являются: закрепление и углубление знаний теоретического материала, ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, приобретение и совершенствование навыков экспериментальных исследований.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Компетенции
1	Гидромеханические процессы	5	Изучение гидравлики зернистого слоя	Проведение эксперимента по определению сопротивления взвешенного слоя.	ПК-2 ПК-4
		4	Определение потерь давления в теплообменниках	Проведение эксперимента по определению потерь давления как в трубном так и в межтрубном пространствах	ПК-2 ПК-4
		2	Изучение работы нутч-фильтра	Определение констант фильтрования	ПК-2 ПК-4
		3	Изучение гидродинамики колонн с ситчатыми тарелками	Визуальное наблюдение режимов работы ситчатой и колпачковой тарелок, экспериментальное определение гидравлического сопротивления сухой и орошаемой тарелок, расчетное определение гидравлического сопротивления сухой и орошаемой тарелок, сравнение экспериментальных и расчетных результатов. Визуальное наблюдение гидродинамических режимов работы насадочной колонны и их характерных особенностей, опытное определение и расчет гидравлических сопротивлений сухой и орошаемой насадок, расчет скорости воздуха в точке инверсии, расчет фактора гидродинамического состояния двухфазной системы, сопоставление его с опытным значением.	ПК-2 ПК-4
		2	Изучение гидродинамики колонн с ситчатыми тарелками.		
		2	Изучение гидродинамики насадочной колонны		
2	Теплообменные процессы	2	Тепловой баланс теплообменника. Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	Схема установки и конструкция теплообменника типа «труба в трубе», опытные и расчетные значения коэффициента теплопередачи при различных условиях проведения эксперимента, влияние различных факторов на коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.	ПК-2 ПК-4
		2	Изучение процесса дистилляции	Изучение схемы установки. Составление теплового и материального балансов	ПК-2 ПК-4
3	Массообменные процессы	8	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	Экспериментальное определение коэффициентов массоотдачи и обобщение их зависимости от интенсивности перемешивания в виде критериального уравнения	ПК-2 ПК-4
		9	Изучение процесса ректификации	Знакомство с устройством и работой лабораторной установки периодической ректификации, определение числа теоретических ступеней изменения концентрации, нахождение опытных и расчетных значений ЧЭП	ПК-2 ПК-4

				и ВЕП лабораторной пленочной ректификационной колонны, математическое моделирование ректификационной колонны на компьютере, нахождение расчетного значения состава дистиллята и сопоставление с опытными	
		8	Изучение процесса сушки	Построение кривой сушки. Определение скорости сушки и построение кривой скорости сушки, сопоставление расчетного и опытного значений коэффициента массоотдачи	ПК-2 ПК-4
		8	Изучение процесса абсорбции	Определение движущей силы тремя способами. Расчет коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Определение размеров аппарата	ПК-2 ПК-4

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Компетенции
1	Реферат: конструкции аппаратов	15	Написание реферата	ПК-2 ПК-4
2	Изучение гидравлики зернистого слоя	4	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-2 ПК-4
3	Изучение гидродинамики насадочной колонны; Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	11	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-2 ПК-4
4	Тепловой баланс теплообменника. Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	4	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-2 ПК-4
5	Расчет кожухотрубчатого теплообменника	7	Выполнение расчета, оформление отчета	ПК-2 ПК-4
6	Расчет выпарной установки	9	Выполнение расчета, оформление отчета	ПК-2 ПК-4
7	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	4	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-2 ПК-4
8	Изучение процесса дистилляции	4	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-2 ПК-4
9	Изучение процесса ректификации	10	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-2 ПК-4
10	Изучение процесса сушки	8	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-2 ПК-4
11	Изучение процесса абсорбции	5	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-2 ПК-4
12	Курсовой проект: спроектировать типовой аппарат (выпарной, абсорбер, ректификационную колонну и т.д.)			
	Технологический расчет аппарата	14	Рассчитать основные размеры аппарата	ПК-2 ПК-4
	Механический расчет аппарата	8	Выполнить прочностной и конструктивный расчет	ПК-2 ПК-4
	Графическая часть курсового проекта	14	Исполнить технологическую схему установки функциональ-	ПК-2 ПК-4

			ную и чертеж общего вида основного аппарата	
--	--	--	---	--

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 совета ФГБОУВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

5 семестр:

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>2</i>	<i>60</i>	<i>100</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

6 семестр

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>10</i>	<i>18</i>	<i>28</i>
<i>Реферат</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Расчетные задания</i>	<i>4</i>	<i>12</i>	<i>22</i>
<i>Экзамен</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

<i>Оценочные средства курсового проекта</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Технологический расчет</i>	<i>14</i>	<i>24</i>
<i>Гидравлический расчет</i>	<i>8</i>	<i>16</i>
<i>Графическая часть</i>	<i>16</i>	<i>24</i>
<i>Защита</i>	<i>22</i>	<i>36</i>
<i>Итого:</i>	<i>60</i>	<i>100</i>

При расчете текущего рейтинга $R^{тек}$ 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 следую-

щим образом: $R^{тек} = 12 \cdot (\sum_{i=1}^n a_i B_i)$, где B_i - 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 лабораторные работы (5 сем.), лабораторные работы, расчетные задания и реферат (6 сем.). Распределение весовых множителей по семестрам следующее: 5-й - $a_{л} = 1$; 6-й - $a_{л} = 0,4$; реферат $a_p = 0,2$, расчетные задания $a_p = 0,4$.

При положительной сдаче экзамена (защите проекта) студент может набрать $R^э$ от 24 до 40 баллов.

При этом каждый вопрос экзамена также оценивается по пятибалльной шкале.

Балл вопроса учитывается при расчете $R^э$, если он ≥ 3 . $R^э = 8(\sum_{i=1}^B B_i^э) / B$, где $B_i^э$ - балл за соответствующий экзаменационный вопрос, B – количество вопросов в билете. При защите проекта $R^э$ определяется комиссией.

Рейтинг по дисциплине $R^{дис}$ находится суммированием баллов текущего $R^{тек}$ и экзаменационного $R^э$ рейтингов. Перевод рейтинга по дисциплине в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq R^{дис} < 60$ – неудовлетворительно; $60 \leq R^{дис} < 73$ – удовлетворительно;
 $73 \leq R^{дис} < 87$ – хорошо; $87 \leq R^{дис} \leq 100$ – отлично.

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. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты	99 экз. в УНИЦ КНИТУ

химической технологии / А.Г.Касаткин. – 14-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2008. – 750 с.	
2. Разинов, А.И. Гидромеханические и теплообменные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И. Разинов, О.В. Маминов, Г.С. Дьяконов - Казань: изд-во КГТУ, 2007. – 212 с.	416 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
4. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие / ; Ф.А. Абдулкашапова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т ; под ред. Г.С. Дьяконова .— Казань, 2005 .— 235 с.	1559 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. 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
2. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова – Казань: изд-во КГТУ, 2009. – 136с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин – Казань: изд-во КГТУ, 2011. – 104с.	114 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Проектный кинетический расчет насадочной колонны для непрерывной ректификации многокомпонентной смеси: метод.указания / сост. Г.С. Дьяконов [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2007. – 24 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ, 115 экз. на каф. ПАХТ

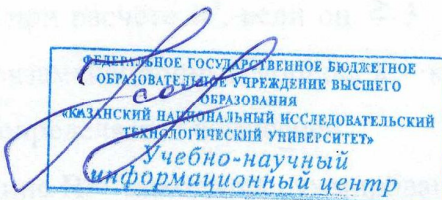
10.3 Электронные источники информации

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

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

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом, представленный в ФОС.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:

- а. комплект электронных презентаций/слайдов,
- б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

2. Практические занятия

- а. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,

- b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
- c. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
- d. 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 защите лабораторных работ организуются дискуссии между студентами. Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» составляют 23 часа аудиторных занятий, требуемых учебным планом.

Лабораторный практикум изложен в учебном пособии [4], необходимый тираж которого имеется в библиотеке, что позволяет студентам самостоятельно готовиться к лабораторным работам, проводить обработку результатов и оформление отчетов.

При использовании интерактивных форм обучения преподаватель перестаёт быть центральной фигурой, он лишь регулирует процесс и занимается его общей организацией, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы для обсуждения в группах, консультирует, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана.

Роль преподавателя заключается в следующем: во первых преподаватель способствует личному вкладу студентов и свободному обмену мнениями при подготовке к интерактивному обучению; во вторых - обеспечивает дружескую атмосферу для студентов и проявляет положительную и стимулирующую ответную реакцию; в третьих - облегчает подготовку к занятиям, но не должен сам придумывать аргументы

при дискуссиях; в четвертых - провоцирует интерес, затрагивая значимые для студентов проблемы и обеспечивает широкое вовлечение в разговор как можно большего количества студентов; в пятых анализирует и оценивает проведенное занятие, подводит итоги, результаты (для этого надо сопоставить сформулированную в начале занятия цель с полученными результатами, сделать выводы, вынести решения, оценить результаты, выявить их положительные и отрицательные стороны); и в итоге подводит группу к конструктивным выводам, имеющим познавательное и практическое значение.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»

(наименование дисциплины)

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(шифр)

(название)

для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

для набора обучающихся 2019 г.

пересмотрена на заседании кафедры ПАХТ

Очная форма обучения

(наименование кафедры)

Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Бикбулатов А.Ш.	Подпись заведующего кафедрой Клинов А.В.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
Протокол заседания кафедры №7 от 03.07.2019	Есть*	Нет			

* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Стандартная справочная база данных NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/>.
2. База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>.

Дополнение в пункт 12: Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»:

1. Mathcad Education-University Edition
2. Аскон Компас 3Dv14