

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

« 4 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.20. Процессы и аппараты химической технологии

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки для всех профилей данного направления

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ЗАОЧНАЯ

Институт, факультет ИНХН, ИП

Кафедра-разработчик рабочей программы «Процессы и аппараты химической технологии»

Курс 3,4 семестр 6,7

	3 курс	4 курс	Итого	Зачетные единицы
Лекции	8	8	16	0,44
Практические занятия	5	6	11	0,31
Лабораторные занятия	8	12	20	0,56
Самостоятельная работа	222	78	300	8,33
Форма аттестации (контроль)	экзамен 9	зачет 4	13	0,36
Всего			360	10

Казань 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1005 от 11.08.2016.

по направлению 18.03.01 «Химическая технология»

(шифр)

(наименование)

по профилю – для всех профилей данного направления на основании учебного плана для набора обучающихся 2016, 2017, 2018 г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ



Д.В.Прошекальников

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ, протокол от 31.08.2018 № 1

Зав. кафедрой ПАХТ, профессор



А.В. Клинов

СОГЛАСОВАНО

Ответственный

за направление 18.03.01, профессор



Н.Ю. Башкирцева

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 3.09.2018, № 7

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Нач. УМЦ, доцент



Л.А.Китаева

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 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

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

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

- а) общая химическая технология,*
- б) химические реакторы,*
- в) моделирование химико-технологических процессов,*

2) 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 18.03.01 «Химическая технология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

ПК-4 - способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;

ПК-9 - способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) основы теории переноса импульса, тепла и массы;
б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
в) основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории 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 характер движения жидкостей и газов;
б) определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
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 10 зачетных единиц 360 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Введение	6	0,5				
2	Теоретические основы курса	6	3	0		100	защита контрольной работы №1
3	Гидромеханические ПАХТ	6	4,5	5	8	122	защита лабораторных и расчетных работ, защита контрольной работы №2
3 Курс			8	5	8	222	Экзамен
4	Теплообменные ПАХТ	7	3		4	34	защита лабораторных работ, защита контрольной работы №1
5	Массообменные ПАХТ	7	5	6	8	44	защита лабораторных и расчетных работ, защита контрольной работы №2
4 Курс			8	6	12	78	
	Итого		16	11	20	300	Зачет

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.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Компетенции
3 Курс					
1	Введение	0,5	Введение в курс ПАХТ	Предмет и задачи дисциплины, ее роль в подготовке бакалавров . Классификация основных процессов химической технологии. Гипотеза сплошности среды; силы и напряжения, действующие в жидкости; режимы движения	ПК-1
2	Теоретические основы дисциплины	1	Механизмы и уравнения переноса Законы сохранения Закон со-	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 Законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах, анализ полученных уравнений, частные случаи (уравнения Навье-Стокса, Эйлера,	ПК-4,9

			хранения импульса	Бернулли, Фурье-Кирхгофа, нестационарные уравнения Фурье, Фика); исчерпывающее описание процессов переноса, условия однозначности; поля скорости, давления, температуры, концентраций; понятие о пограничных слоях; аналогия процессов переноса.	
		2	Моделирование Межфазный перенос субстанций	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 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-4
3	Гидромеханические ПАХТ	2,5	Прикладная гидромеханика.	Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Сила давления жидкости на стенки сосудов (плоские и криволинейные поверхности). Гидродинамика. Классификация жидкостей. Виды движения жидкости. Поток жидкости и его геометрические элементы и гидравлические параметры. Гидравлическое сопротивление аппаратов и трубопроводов. Сопротивление круглых трубопроводов по длине (формулы Пуазейля и Дарси-Вейсбаха). График Никурадзе. Движение жидкости в некруглых трубах. Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых и сложных трубопроводов. Особенности течения газа.	ПК-4,9
		1	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов. Основы динамики двухфазных потоков.	Система жидкость (газ) – твердое тело. Течение жидкости через неподвижные зернистые слои и пористые перегородки. Режимы взаимодействия жидкости с зернистым слоем. Сопротивление неподвижного зернистого слоя. Расчет скорости псевдооживления, витания (осаждения) и уноса. Гидро- и пневмотранспорт. Элементы гидродинамики систем газ (пар) – жидкость, жидкость - жидкость. Пленочное течение жидкости, барботаж, движение капель жидкости в сплошной среде. Движение неньютоновских жидкостей Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД. Динамические (лопастные) насосы. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Формула напора. Рабочие характеристики. Работа центробежного насоса на сеть. Формулы пропорциональности. Вихревые и осевые насосы. Принцип действия, конструкции и сравнительная характеристика. Объемные насосы. Устройство и принцип действия поршневых насосов. Производительность и закон подачи. Графики подачи. Сравнительный анализ работы насосов различных типов.	ПК-4,9
		1	Разделение неоднородных систем. Перемешивание в жидких средах	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 электроосадителей. Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем 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 и гидравлическое перемешивание	ПК-4,9

4 курс					
4	Теплообменные ПАХТ	3	Теплообмен Выпаривание. Промышленные способы передачи тепла	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 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. Виды теплоносителей. Подвод и отвод теплоты. Классификация и конструкции теплообменников. Методика расчета теплообменника.	ПК-4
5	Массообменные ПАХТ	3	Массообмен. Абсорбция	Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схемы процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Десорбция. Устройство и принципы работы абсорберов 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. Классификация и основы расчета массообменных аппаратов. Технологический расчет аппаратов с непрерывным контактом фаз. Специфика расчета аппаратов со ступенчатым контактом фаз, теоретические тарелки, эффективность по Мэрффи, аналитический и графический способы определения числа тарелок.	ПК-1,4,9
		2	Перегонка. Экстракция Сушка Мембранные процессы Кристаллизация и растворение	Равновесие в двухкомпонентных парожидкостных системах. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с дефлегмацией. Непрерывная бинарная ректификация: схема установки, материальный баланс, рабочие линии, тепловой баланс, выбор флегмового числа, особенности расчета. Периодическая ректификация Способы жидкостной экстракции. Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция. Непрерывная противоточная экстракция. Классификация и конструкции экстракторов. Виды сушки. Равновесие при сушке, формы связи влаги с материалом. Материальный и тепловой балансы. Линия реальной сушки, кинетика процесса. Классификация и конструкция сушилок Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионобмен Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процессов кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов	ПК-1,4,9

6. Содержание практических занятий

В ходе практических занятий предусматривается обсуждение наиболее сложных тем, что обеспечивает более глубокое понимание дисциплины, а также выполнение индивидуальных расчетных заданий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия/семинара	Краткое содержание	Компетенции
3 курс					
1.	Гидромеханические ПАХТ	3	Расчет циклона, Расчет мешалки	Расчетное задание	ПК-1,4,9
		2	Расчет сложного трубопровода с подогревом основного носителя	Расчетное задание	ПК-1,4,9
4 курс					
2.	Массообменные ПАХТ	3	Построение диаграмм фазового равновесия идеальной двухкомпонентной смеси Материальный баланс ректификационной колонны и построение рабочих линий . Определение габаритов колонны.	Расчетное задание	ПК-1,4,9
		3	Расчет абсорбционной колонны. Построение рабочих и равновесных линий. Вычисление средней движущей силы. Расчет коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Определение габаритов колонны	Расчетное задание	ПК-1,4,9

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Компетенции
3 курс					
3.	Гидромеханические ПАХТ	4	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Визуальное наблюдение различных режимов течения воды в трубах круглого сечения; оценка и расчет количественных характеристик режимов	ПК-1,4,9
		4	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	Определение давления. Запись основного уравнения гидростатики. Определение величин абсолютного, избыточного давлений и вакуума. Размерность давления в различных системах единиц. Приборы для измерения давления и вакуума. Преимущества и недостатки различных типов приборов для измерения давления и вакуума. Соотношения между различными единицами измерения давления.	ПК-1,4,9

4 курс					
4.	Теплообменные ПАХТ	4	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-1,4,9
5.	Массообменные ПАХТ	4	Изучение процесса абсорбции	Знакомство с работой и устройством абсорбционной колонны, расчет экспериментальных и теоретических коэффициентов массопередачи	ПК-1,4,9
		4	Изучение процесса дистилляции	Изучение работы аквадистиллятора. Измерение основных параметров. Разбор расчета материального и теплового балансов и определение тепловых потерь	

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Компетенции
1	Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Сила давления жидкости на стенки сосудов (плоские и криволинейные поверхности). Гидродинамика. Классификация жидкостей. Виды движения жидкости. Поток жидкости и его геометрические элементы и гидравлические параметры. Гидравлическое сопротивление аппаратов и трубопроводов. Сопротивление круглых трубопроводов по длине (формулы Пуазейля и Дарси-Вейсбаха). График Никурадзе. Движение жидкости в некруглых трубах. Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых и сложных трубопроводов. Особенности течения газа.	100	Выполнение контрольной работы	ПК-1,4,9
2	Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД. Динамические (лопастные) насосы. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Формула напора. Рабочие характеристики. Работа центробежного насоса на сеть. Формулы пропорциональности. Вихревые и осевые насосы. Принцип действия, конструкции и сравнительная характеристика. Объемные насосы. Устройство и принцип действия поршневых насосов. Производительность и закон подачи. Графики подачи. Сравнительный анализ работы насосов различных типов.	120	Выполнение контрольной работы	ПК-1,4,9
3	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 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	30	Выполнение контрольной работы	ПК-1,4,9

*Лабораторные работы проводятся в учебных лабораториях кафедры на специальном оборудовании.

4	Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схемы процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Десорбция. Устройство и принципы работы абсорберов 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. Классификация и основы расчета массообменных аппаратов. Равновесие в двухкомпонентных парожидкостных системах. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с дефлегмацией. Непрерывная бинарная ректификация: схема установки, материальный баланс, рабочие линии, тепловой баланс, выбор флегмового числа, особенности расчета.	50	Выполнение контрольной работы	ПК-1,4,9
---	--	----	-------------------------------	----------

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 ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №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).

Контрольная 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.

Текущий рейтинг студента за семестр рассчитывается следующим образом:

$$R^{\text{тек}} = K \left(\sum_{i=1}^n a_i B_i \right), \text{ где } B_i - \text{средний за семестр балл студента по работам вида } i;$$

a_i - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида i ; n – количество видов работ в семестре; K – множитель равный 12 (если в семестре предусмотрен экзамен -6-й семестр) и 20 (если семестр заканчивается зачетом -7-й семестр).

Для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов.

По дисциплине « Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрены практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы. Распределение весовых множителей по семестрам следующее:

$$6\text{-й} - a_{\text{пз}} = 0,2; a_{\text{л}} = 0,4; a_{\text{кр}} = 0,4;$$

$$7\text{-й} - a_{\text{пз}} = 0,2; a_{\text{л}} = 0,4; a_{\text{кр}} = 0,4;$$

При положительной сдаче экзамена студент может набрать $R^э$ от 24 до 40 баллов. При этом каждый вопрос экзамена также оценивается по пятибальной 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.

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.

6 семестр

<i>Оценочные средства</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторные работы</i>	<i>28</i>	<i>44</i>
<i>Практические занятия (контрольные работы)</i>	<i>8</i>	<i>16</i>
<i>Экзамен</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>	<i>60</i>	<i>100</i>

7 семестр

<i>Оценочные средства</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторные работы</i>	<i>52</i>	<i>84</i>
<i>Практические занятия (контрольные работы)</i>	<i>8</i>	<i>16</i>
<i>Итого:</i>	<i>60</i>	<i>100</i>

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.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Гидравлика: [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г. Коваленко, И. В. Кудинов ; под ред. В. А. Кудинова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 386 с.	ЭБС «ЮРАЙТ» Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/viewer/E1700878-2DA6-4698-A141-232C1EB4B7DA#page/1
2. Гидравлика и гидравлические машины: учеб. пособие / Казан. гос. технол. ун-т ; Ю.И. Разинов, П.П. Суханов . Казань : КНИТУ, 2010 .— 159 с.	206 экз. в УНИЦ КНИТУ В эл. биб-ке КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0849-7-Suhanov_Gidravlika.pdf
3. 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 С, 2006. — 575 с.	492 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Фролов, В.Ф. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учебное пособие для вузов :Химиздат, 2010	ЭБС «КнигаФонд» Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/195567
5. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие / ; Ф.А. Абдулкашاپова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т ; под ред. Г.С. Дьяконова .— Казань, 2005 .— 235 с.	1538 экз. в УНИЦ КНИТУ В эл. биб-ке КНИТУ https://kstu.bibliotech.ru/Reader/Book/-9

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Гусев, А.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: Учебник / Гусев А.А. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016 .— 285 с.	ЭБС «ЮРАЙТ» Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/CA66D12A-4731-4673-A644-7DC2AF1A5E0B

2. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 12-е изд., стереотип., перераб. – М.: Альянс, 2006. – 750 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Кузьмина, О.В. Механика жидкости и газа: учеб. пособие. Ч.1 / О.В. Кузьмина ; Моск. гос. строит. ун-т. — М. : Моск. гос. строит. ун-т, 2012. — 124 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. ПАХТ. Учебное пособие для подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов вузов. М.: Химия. 2011. – 1229 с.	167 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Ворожцов, О.В. Гидравлика и гидропривод. Расчет сложного трубопровода с насосной подачей: учебно-метод. пособие / О.В. Ворожцов ; Псковский гос. ун-т. — Псков, 2013. — 62 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

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

1. Расчетные программы к лабораторным работам.
2. Расчетные программы для курсового проектирования, позволяющие осуществить выбор оптимального аппарата.
3. Программы формирования тестов для контроля и самоконтроля из банка заданий.
4. Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры ПАХТ.
5. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
6. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www/biblio-online.ru/>
7. ЭБС «Рукопт» - <http://rucont.ru/>
8. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
9. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>
10. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



11. *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам 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, который прилагается к рабочей программе.

12. *Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)*

1. Лекционные занятия:
 - a. комплект электронных презентаций/слайдов,
 - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
2. Лабораторные работы
 - a. 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, так как отпадает необходимость записывать лекционный материал. При проведении семинарских занятий организуются дискуссии между студентами, особенно, по наиболее сложным для понимания вопросам. Таким образом, удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в учебном процессе составляет 4 часа.

Интерактивные методы не заменяют лекционные занятия, но способствуют лучшему усвоению лекционного материала и формируют знания, отношения, навыки поведения.

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 18.03.01 «Химическая технология»

(шифр)

(название)

для всех профилей данного направления

для набора обучающихся 2019 г.

Форма обучения заочная

пересмотрена на заседании кафедры ПАХТ

(наименование кафедры)

Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП доц. Прощекальников Д.В.	Подпись заведующего кафедрой ПАХТ проф.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 и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»:

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