

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»

Специальность:	18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
Специализация:	Химическая технология органических соединений азота
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	Очная
Институт:	Инженерный химико-технологический институт
Факультет:	Факультет энергонасыщенных материалов и изделий
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Процессов и аппаратов химической технологии»
Курс; семестр	3-4; 5, 6, 7

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	36	1
Лабораторная работа	72	2
Практическое занятие	54	1,5
Контроль самостоятельной работы	54	1,5
Самостоятельная работа	180	5
Форма аттестации: Дифференцированный зачет (5 сем), Зачет (6 сем), Экзамен (6 сем), Курсовой проект (7 сем)	36	1
Всего	432	12

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 907 от 07.08.2020) по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий для специализации «Химическая технология органических соединений азота» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

Т.В. Игнашина

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Процессов и аппаратов химической технологии», протокол от 13.05.2021 г. № 8.

Заведующий кафедрой *Согласовано* А.В. Клинов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

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

- а) формирование знаний о теоретических основах процессов пищевых производств конструкций 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 образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по специализации «Химическая технология органических соединений азота» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» обучающийся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Детали машин
3. Общая и неорганическая химия
4. Техническая термодинамика и теплотехника
5. Физика

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

1. Математическое моделирование технологических процессов
2. Производственная практика (научно- исследовательская работа)
3. Системы управления химико-технологическими процессами

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы и понятия математических, естественнонаучных и инженерных знаний, теоретические и экспериментальные методы решения профессиональных задач, основы проектирования технических объектов, закономерностей и протекания химических превращений в масштабах промышленного оборудования

ОПК-1.2. Умеет применять законы и понятия математических, естественнонаучных и инженерных знаний, теоретические и экспериментальные методы решения профессиональных задач, закономерности протекания химических превращений, планировать и ставить научный эксперимент, обрабатывать результаты измерений, применять фундаментальные физические законы для решения инженерных задач

ОПК-1.3. Владеет навыками применения законов и понятий математических, естественнонаучных и инженерных знаний, методами исследования физико-химических свойств материалов и изделий в соответствии со спецификой специальности, навыками работы с измерительными приборами и математическими методами обработки экспериментальных результатов, навыками компьютерного моделирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

Знает фундаментальные законы и понятия математических, естественнонаучных и инженерных знаний: основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей;

основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; теоретические и экспериментальные методы решения профессиональных задач, основы проектирования технических объектов, закономерностей и протекания химических превращений в масштабах промышленного оборудования: типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета

Уметь:

Умеет применять законы и понятия математических, естественнонаучных и инженерных знаний, теоретические и экспериментальные методы решения профессиональных задач: определять характер движения жидкостей и газов; определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; закономерности протекания химических превращений, планировать и ставить научный эксперимент, обрабатывать результаты измерений, применять фундаментальные физические законы для решения инженерных задач: рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса

Владеть:

Владеет навыками применения законов и понятий математических, естественнонаучных и инженерных знаний, методами исследования физико-химических свойств материалов и изделий в соответствии со спецификой специальности, методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности; навыками работы с измерительными приборами и математическими методами обработки экспериментальных результатов, навыками компьютерного моделирования, методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Теоретические основы дисциплины	5	6		4	2	18	Лабораторная работа
2.	Гидромеханика	5	6		24	12	66	
3.	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	5	3		4	2	12	
4.	Гидромеханические процессы и аппараты	5	3		4	2	12	
	Итого по семестру	5	18		36	18	108	Дифференцированный зачет
1.	Тепловые процессы и аппараты	6	5	14	6	5	10	Лабораторная работа; Практические занятия; Расчетное задание
2.	Массообменные процессы и аппараты	6	13	22	30	13	26	Лабораторная работа; Практические занятия; Расчетное задание;

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
								Экзамен
	Итого по семестру	6	18	36	36	18	36	Зачет, Экзамен
1.	Курсовой проект	7		18		18	36	Курсовой проект
	Итого по семестру	7		18		18	36	Курсовой проект

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Теоретические основы дисциплины	0,5	Предмет и задачи дисциплины.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.		2,5	Основы теории переноса.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.		2	Моделирование технологических процессов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.		1	Гидродинамическая структура потоков.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.	Гидромеханика	1	Кинематика.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6.		1	Гидростатика.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
7.		1	Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
8.		1	Потери напора.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
9.		2	Гидравлический расчет трубопроводов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
10.	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	2	Аппараты для перемещения жидкостей.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
11.		1	Аппараты для сжатия и перемещения газов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
12.	Гидромеханические процессы и аппараты	3	Разделение неоднородных систем.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
13.	Тепловые процессы и аппараты	3	Теплообмен. Теплообменные аппараты и их расчет.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
14.		2	Выпаривание. Выпарные аппараты и установки и их расчет.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
15.	Массообменные процессы и аппараты	4	Основы массопередачи. Расчет массообменных аппаратов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
16.		3	Сорбционные процессы. Устройство сорбционных аппаратов и их расчет	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
17.		3	Процессы перегонки. Аппаратурное оформление и	ОПК-1.1 ОПК-1.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
			методы повышения эффективности процессов перегонки.	ОПК-1.3
18.		2	Сушка. Аппаратурное оформление и методы повышения эффективности процессов сушки.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
19.		1	Адсорбция. Ионный обмен.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	ВСЕГО	36		

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Тепловые процессы и аппараты	7	Расчет кожухотрубчатого теплообменника	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.		7	Расчет трехкорпусной выпарной установки	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.	Массообменные процессы и аппараты	7	Расчет абсорбционной колонны	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.		7	Расчет ректификационной колонны	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.		8	Конструкции колонных аппаратов	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6.	Курсовой проект	8	Технологический расчет аппарата	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
7.		6	Механический и конструктивный расчеты аппарата	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
8.		4	Графическая часть проекта	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	ВСЕГО	54		

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Теоретические основы дисциплины	4	Изучение структуры потока в трубе и аппарате с мешалкой.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.	Гидромеханика	4	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.		4	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	ОПК-1.1 ОПК-1.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
				ОПК-1.3
4.		4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.		4	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6.		4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
7.		4	Определение потерь напора в запорных устройствах	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
8.	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	4	Испытание центробежного насоса	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
9.	Гидромеханические процессы и аппараты	4	Изучение гидродинамики зернистого слоя	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
10.	Тепловые процессы и аппараты	6	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
11.	Массообменные процессы и аппараты	4	Изучение процесса адсорбции	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
12.		4	Изучение процесса сушки	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
13.		6	Изучение процесса ректификации	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
14.		4	Изучение гидродинамики насадочной колонны	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
15.		4	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
16.		4	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
17.		4	Материальный и тепловой балансы процесса аквадистилляции	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	ВСЕГО	72		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Изучение структуры потоков в аппаратах	18	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	6	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.	Экспериментальная демонстрация	12	оформление отчётов, подготовка к	ОПК-1.1

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
	уравнения Бернулли		лабораторной работе	ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	12	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	12	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6.	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	12	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
7.	Определение потерь напора в запорных устройствах	12	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
8.	Испытание центробежного насоса	12	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
9.	Изучение гидравлики зернистого слоя	12	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
10.	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	2	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
11.	Расчет теплообменника	4	оформление отчётов, подготовка расчетного задания	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
12.	Расчет трехкорпусной выпарной	4	оформление отчётов, подготовка расчетного задания	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
13.	Изучение гидродинамики насадочной колонны	2	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
14.	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	2	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
15.	Материальный и тепловой балансы процесса аквадистилляции	2	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
16.	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	2	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
17.	Изучение процесса абсорбции	2	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
18.	Изучение процесса ректификации	2	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
19.	Изучение процесса конвективной сушки	2	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
20.	Расчет насадочного абсорбера	4	оформление отчётов, подготовка расчетного задания	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
21.	Расчет ректификационной колонны непрерывного действия	4	оформление отчётов, подготовка расчетного задания	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
22.	Конструкции колонных аппаратов	4	подготовка к практическому занятию	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
23.	Технологические расчет аппарата	20	выполнение курсового проекта	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
24.	Механический и конструктивный расчеты аппарата	10	выполнение курсового проекта	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
25.	Графическая часть проекта	6	выполнение курсового проекта	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	ВСЕГО	180		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Изучение структуры потоков в аппаратах	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6.	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
7.	Определение потерь напора в запорных устройствах	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
8.	Испытание центробежного насоса	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
9.	Изучение гидравлики зернистого слоя	2	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
10.	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	1	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
11.	Расчет теплообменника	2	прием отчетов, проверка расчетного задания	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
12.	Расчет трехкорпусной выпарной установки	2	прием отчетов, проверка расчетного задания	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
13.	Изучение гидродинамики насадочной колонны	1	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
14.	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	1	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
15.	Материальный и тепловой балансы процесса аквадистилляции	1	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
16.	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	1	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
17.	Изучение процесса абсорбции	1	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
18.	Изучение процесса ректификации	1	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
19.	Изучение процесса конвективной сушки	1	прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
20.	Расчет насадочного абсорбера	2	прием отчетов, проверка расчетного задания	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
21.	Расчет ректификационной колонны непрерывного действия	2	прием отчетов, проверка расчетного задания	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
22.	Конструкции колонных аппаратов	2	опрос, проверка знаний на практическом занятии	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
23.	Технологический расчет аппарата	10	проверка курсового проекта	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
24.	Механический и конструктивный расчеты аппарата	4	проверка курсового проекта	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
25.	Графическая часть проекта	4	проверка курсового проекта	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	ВСЕГО	54		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
5-й семестр			
Лабораторная работа	9	60	100
Итого		60	100
6-й семестр			
Лабораторная работа	8	20	36
Практические занятия	1	4	6
Расчетное задание	4	12	18
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100
7-й семестр			
Курсовой проект	1	60	100
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных

средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

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

Основные источники информации	Количество экземпляров
А. И. Разинов, Г. С. Дьяконов, А. В. Клинов, Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] учебное пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2017	http://ft.kstu.ru/ft/Razinov-Protcessy_i_apparaty_khimicheskoy_tekhnologii.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов, Процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология": Казань : Изд-во КНИТУ, 2017	276 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
В. Ф. Фролов, Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" [Прочее] учебное пособие: Санкт-Петербург : Химиздат, 2008	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98347 Режим доступа: по подписке КНИТУ
, Экспериментальное изучение процессов и аппаратов химической технологии [Прочее] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2019	66 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
А.Г. Касаткин, Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учебник для студ. химико-технол. спец. вузов: М. : Альянс, 2008	96 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский [и др.], Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] пособие по проектированию : учеб. пособие для студ. хим.-технол. спец. вузов: М. : Химия, 2008	1 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.А. Лашинский, А.Р. Толчинский, Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Справочник] справочник: М. : Арис, 2010	1000 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский [и др.], Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] пособие по проектированию : учеб. пособие для студ. хим.-технол. спец. вузов: М. : Альянс, 2007	983 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Д.Я. Исламхузин, А.И. Разинов, Ш.А. Нуриев [и др.], Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии [Электронный ресурс] методические указания: Казань : Изд-во КНИТУ, 2019	http://ft.kstu.ru/ft/Bikbulatov-Kursovoe_proektirovanie_po_PAXT.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

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

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru/>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Scopus Доступ свободный: www.scopus.com

Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

Стандартная справочная база данных NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

Офисные и деловые программы: 1С:Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях

Офисные и деловые программы: Константа: Управление процессами.

Научное ПО: Mathcad Education

Научное ПО: Mathematica Standard

Научное ПО: Aspen HYSYS (ANSYS Academic Research Mechanical and CFD; ANSYS LS-DYNA; ANSYS LS-DYNA HPC-8)

Научное ПО: MATLAB Academic (в комплекте с Simulink Academic)

САПР: САПР CAD Assyst System

САПР: КОМПАС-3D LT v12

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

- лекционные занятия:

комплект электронных лекций,

- практические и лабораторные занятия:

лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,

шаблоны отчетов по лабораторным работам,

компьютерный класс.

- прочее:

рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» составляет 27 ч.

В процессе освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры);
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- разработка проекта (метод проектов);
- использование общественных ресурсов, социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения, например просмотр и обсуждение видеофильмов, экскурсии, приглашение специалиста, спектакли, выставки;
- системы дистанционного обучения;
- метод кейсов.