

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

« 17 » 09. 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.11 Процессы и аппараты пищевых производств

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки «Пищевая инженерия малых предприятий»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Институт пищевых производств и биотехнологии,  
Факультет пищевой инженерии

Кафедра-разработчик рабочей программы  
«Процессы и аппараты химической технологии»  
Курс 3, семестр 5,6

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	54	1,5
Практические занятия	18	0,5
Лабораторные занятия	54	1,5
Самостоятельная работа	135	3,75
Экзамен	27	0,75
Всего	288	8
Форма аттестации	зач.5 семестр экз.6 семестр курс. проект 6 семестр	

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1170 от 20.10.2015  
(номер, дата утверждения)

по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(шифр)

(наименование)

для профиля - «Пищевая инженерия малых предприятий»

для набора обучающихся 2018 г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

Доцент

(должность)

  
(подпись)

Т.В. Игнашина

(Ф.И.О.)

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

Зав. кафедрой ПАХТ, проф.

  
(подпись)

А.В. Клинов

(Ф.И.О.)

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета пищевой инженерии от 4.09.2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор

  
(подпись)

Поливанов М.А.  
(Ф.И.О.)

### УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 17.09.2018 г. № 8.

Председатель комиссии, доцент

  
(подпись)

Гаврилов А.В.  
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент

  
(подпись)

Китаева Л.А.  
(Ф.И.О.)

### ***Цели освоения дисциплины***

Целями освоения дисциплины Б1.В.ОД.11 «Процессы и аппараты пищевых производств» являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах процессов пищевых производств в 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 пищевых производств» относится к «обязательным дисциплинам» вариативной части ООП и формирует у бакалавров направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологической, проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности.

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

- а) математика,*
- в) физика,*
- г) теоретическая механика,*
- д) информационные технологии,*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

### ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

ПК-1 – способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;  
ПК-2 - умение 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.

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1. Знать:

- а) основы теории переноса импульса, тепла и массы;*
- б) принципы физического моделирования технологических процессов;*
- в) 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 основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
- б) рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса.

3. Владеть:

- а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей оборудования пищевых производств;
- б) навыками проектирования простейших аппаратов пищевых производств;
- в) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

**4. Структура и содержание дисциплины** «Процессы и аппараты пищевых производств». Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 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	Лабораторные работы	Практические занятия	СРС	Экзамен	
1	Тема 1. Теоретические основы дисциплины	5	1-5	10	8	-	6		Защита лабораторных работ
2	Тема 2. Механические процессы и аппараты пищевых производств	5	6-9	8		-	-		Защита лабораторных работ
3	Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты	5	10-12	6	6	-	6		Защита лабораторных работ, защита расчетных заданий
4	Тема 4. Тепловые процессы и аппараты пищевых производств	5	13-18	12	4	-	6		Защита лабораторных работ, защита расчетных заданий
		5							Зачет
5	Тема 4. Тепловые процессы и аппараты пищевых производств	6	1-6	-	-	8	24		Защита расчетных заданий, работа на практических занятиях
6	Тема 5. Массообменные процессы и аппараты пищевых производств	6	1-18	18	36	10	36		Защита лабораторных работ, защита расчетных заданий, работа на практических занятиях
		6						27	Экзамен
7	Курсовой проект	6	1-18				57		Диф. зачет
	Итого			54	54	18	135	27	

**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	Тема 1. Теоретические	10			ПК-1, ПК-2

	<b>основы дисциплины</b>	2	Предмет и задачи дисциплины.	Классификация основных процессов пищевой технологии. Стационарные и нестационарные процессы. Непрерывные и периодические процессы.	
		4	Основы теории переноса	Субстанции. Потоки субстанций. Механизмы переноса субстанций. Уравнения переноса субстанций. Законы сохранения: законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах, частные случаи (уравнения Навье–Стокса, Эйлера, Бернулли, нестационарные уравнения Фурье–Кирхгофа, Фурье, Фика).	
		2	Моделирование технологических процессов.	Математическое и физическое моделирование. Основы теории подобия. Критерии и симплексы подобия гидромеханических, тепловых и массообменных процессов. Критериальные уравнения гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.	
		2	Гидродинамическая структура потоков	Характеристики структуры потока: поля скоростей, время пребывания элементов потока в аппарате, функция распределения времени пребывания. Модели структуры потоков: идеального вытеснения, идеального смешения, ячеечная, диффузионная. Идентификация параметров моделей. Кривые отклика.	
<b>2</b>	<b>Тема 2. Механические процессы и аппараты пищевых производств</b>	8			ПК-1, ПК-2
		4	Процессы измельчения твердых материалов	Способы измельчения и их применение в пищевой отрасли промышленности. Классификация способов измельчения твердых тел. Степень измельчения. Основы теории деформации и разрушения тел. Затраты энергии на измельчение. Устройство и принцип действия аппаратов для измельчения раскалыванием, истиранием, ударом, резанием.	
		2	Процессы сортирования и дозирования	Классификационные признаки сортирования тел и зернистых масс. Характеристика способов сортирования и дозирования и областей их применения в пищевых отраслях промышленности. Устройство и принцип действия основных типов аппаратов для сортирования и дозирования.	
		2	Процессы обработки материалов давлением	Процессы формования, отжатия жидкостей, брикетирования, гранулирования. Применение в пищевых отраслях промышленности. Устройство и принцип действия прессов и экструдеров.	
<b>3</b>	<b>Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты</b>	6			ПК-1, ПК-2
		6	Разделение неоднородных систем	Классификация гетерогенных систем. Методы разделения. Виды осаждения. Осаждение частиц под действием сил тяжести (отстаивание). Расчет скорости осаждения. Алгоритм расчета отстойников. Осаждение под действием центробежных сил. Алгоритм расчета циклонов. Фильтрование. Устройство фильтров. Расчет филь-	

				тров. Применение отстаивания и фильтрования в пищевых отраслях промышленности. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения. Процессы в отстойных и фильтрующих центрифугах. Устройство центрифуг. Очистка газов в электрическом поле (электроосаждение). Устройство электроосадителей. Мокрая очистка газов.	
<b>4</b>	<b>Тема 4. Тепловые процессы и аппараты пищевых производств</b>	12			ПК-1, ПК-2
		6	Теплообмен	Основные определения тепловых процессов. Механизмы передачи тепла Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Теплообмен излучением. Теплоотдача. Уравнение теплоотдачи. Тепловое подобие. Промышленные способы передачи тепла Движущая сила тепловых процессов. Основные положения теплового расчета теплообменников. Математическое моделирование теплообменников. Классификация теплообменных аппаратов.	
		6	Выпаривание	Методы выпаривания. Однокорпусные выпарные установки. Материальный баланс. Тепловой баланс. Многокорпусные выпарные установки (МВУ). Материальный и тепловой баланс МВУ. Определение общей и полезной разности температур. Распределение полезной суммарной разности температур по корпусам. Алгоритм расчета МВУ.	
<b>5</b>	<b>Тема 5. Массообменные процессы и аппараты пищевых производств</b>	<b>18</b>			ПК-1, ПК-2
		3	Основы массопередачи	Основные виды массообменных процессов. Применение массообменных процессов в пищевых отраслях промышленности. Равновесие при массообмене. Материальный баланс массообменных процессов. Уравнения рабочих и равновесных линий. Скорость массопередачи. Механизмы массопереноса. Уравнение массоотдачи и массопередачи. Движущая сила массообменных процессов. Число и высота единиц переноса (ЧЕП). Теоретическая ступень изменения концентраций (теоретическая тарелка). Массопередача с твердой фазой. Массоперенос в сплошной и твердой фазе. Элементарные процессы массопереноса в пористых телах. Уравнение массопроводности. Уравнение массопередачи для систем с участием твердого тела. Расчет массообменных аппаратов.	
		4	Сорбционные процессы	Абсорбция. Физические основы. Равновесие при абсорбции. Уравнения материальных и тепловых балансов. Кинетика абсорбции. Скорость процессов абсорбции. Устройство абсорбционных аппаратов. Алгоритм расчета абсорберов. Адсорбция. Равновесие при адсорбции. Скорость адсорбции. Типы адсорбентов, их регенерация. Расчет адсорберов. Ионнообмен. Иониты. Материальный баланс процесса. Аппаратурное оформление процесса.	
		4	Процессы перегонки	Равновесие систем жидкость - пар. Простая перегонка, фракционная, в токе носителя. Ректификация. Схема установки. Материальный и	

				тепловой балансы ректификационной колонны. Флегмовое число. Зависимость между флегмовым числом, высотой колонны и расходом греющего пара. Специальные виды перегонки. Аппаратурное оформление процесса процессов перегонки.	
		3	Сушка	Применение процессов сушки в отраслях пищевой промышленности. Классификация способов обезвоживания. Связь влаги с твердой фазой биологических материалов. Основные параметры влажного воздуха. Изображение процессов на диаграмме. Равновесие при сушке. Материальный и тепловой балансы при сушке. Кинетика сушки. Понятие о теоретической сушилке. Расчет сушилки. Конструкции сушилок.	
		2	Экстракция	Применение процессов экстракции в пищевых отраслях промышленности. Физико-химические основы, статика, кинетика, материальный баланс процесса экстракции. Методы экстракции. Периодическая и многостадийная экстракция.	
		2	Процессы кристаллизации и растворения	Применение процессов кристаллизации в пищевых отраслях промышленности. Основы теории кристаллизации и растворения.	

### **6. Содержание практических занятий**

В ходе практических занятий предусматривается проведение семинаров, что обеспечивает в течение семестра систематическое изучение студентами лекционного материала и более глубокое его понимания, а также выполнение индивидуальных расчетных заданий. Практических занятий - 18 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия/семинара	Краткое содержание	Компетенции
1.	<b>Тема 4. Тепловые процессы и аппараты пищевых производств</b>	8			ПК-1, ПК-2
		4	Расчет кожухотрубчатого теплообменника	Практическое занятие. Конструкция кожухотрубчатого теплообменника, влияние различных факторов на коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Расчетное задание.	
		4	Расчет трехкорпусной выпарной установки	Практическое занятие. Конструкции выпарных аппаратов. Схема трехкорпусной выпарной установки. Расчетное задание.	
2.	<b>Тема 5. Массообменные процессы и аппараты пищевых производств</b>	10			ПК-1, ПК-2
		5	Расчет абсорбционной колонны	Практическое занятие. Конструкции абсорбционных колонн. Алгоритм расчета. Расчетное задание.	
		5	Расчет ректификационной колонны	Практическое занятие. Конструкции ректификационных колонн. Алгоритм расчета. Расчетное задание.	

### **7. Содержание лабораторных работ**

Лабораторных занятий - 54 часа.

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	Тема лабораторной работы	Краткое содержание	Компетенции
1	<b>Тема 1. Теоретические основы дисциплины</b>	8			ПК-1, ПК-2
		4	Материальный и тепловой балансы процесса аквадистилляции	Определение экспериментальных и расчетных потерь тепла в окружающую среду и энергетических КПД. Экспериментальное исследование работы аквадистиллятора по определению мощности, затрачиваемой на проведение процесса дистилляции, расходов, температур теплоносителя.	
		4	Изучение структуры потока в трубе и аппарате с мешалкой	Получить кривые отклика, найти функцию распределения времени пребывания элементов потока, определить параметры диффузионной и ячеечной моделей, проверить адекватность моделей для каждого эксперимента	
2	<b>Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты</b>	6			ПК-1, ПК-2
		3	Изучение гидродинамики насадочной колонны	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.	
		3	Изучение гидродинамики насадочной колонны; Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	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	
3	<b>Тема 4. Тепловые процессы и аппараты пищевых производств</b>	4			ПК-1, ПК-2
		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	
4	<b>Тема 5. Массообменные процессы и аппараты</b>	36			ПК-1, ПК-2
		8	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в	Экспериментальное определение коэффициентов массоотдачи и обобщение их зависимости от интенсивности перемешивания в виде критериального уравнения	

	<b>пищевых производств</b>		аппарате с механическим перемешиванием		
		8	Изучение процесса адсорбции	Ознакомление с работой адсорбера с неподвижным слоем адсорбента, определение экспериментального и расчетного времени «проскока» (защитного действия слоя), математическое моделирование процесса периодической адсорбции	
		10	Изучение процесса сушки	Построение кривой сушки. Определение скорости сушки и построение кривой скорости сушки, сопоставление расчетного и опытного значений коэффициента массотдачи	
		10	Изучение процесса ректификации	Знакомство с устройством и работой лабораторной установки периодической ректификации, определение числа теоретических ступеней изменения концентрации, нахождение опытных и расчетных значений ЧЭП и ВЭП лабораторной пленочной ректификационной колонны, математическое моделирование ректификационной колонны на компьютере, нахождение расчетного значения состава дистиллята и сопоставление с опытным	

### 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Изучение структуры потоков в аппаратах	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
2	Изучение гидродинамики насадочной колонны	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
3	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
4	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	6	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
5	Материальный и тепловой балансы процесса аквадистилляции	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
6	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
7	Изучение процесса абсорбции	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
8	Изучение процесса ректификации	4	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
9	Изучение процесса конвективной	4	Подготовка к работе, обра-	ПК-1, ПК-2

	сушки		ботка результатов, оформление отчета	
10	Конструкция кожухотрубчатого теплообменника, влияние различных факторов на коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи	6	Подготовка к практическому занятию	ПК-1, ПК-2
11	Расчет теплообменника	6	Расчет, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
12	Конструкции выпарных аппаратов. Схема трехкорпусной выпарной установки.	6	Подготовка к практическому занятию	ПК-1, ПК-2
13	Расчет трехкорпусной выпарной установки	6	Расчет, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
14	Конструкции абсорбционных колон. Алгоритм расчета.	5	Подготовка к практическому занятию	ПК-1, ПК-2
15	Расчет насадочного абсорбера	6	Расчет, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
16	Конструкции ректификационных колон. Алгоритм расчета	5	Подготовка к практическому занятию	ПК-1, ПК-2
17	Расчет ректификационной колонны непрерывного действия	6	Расчет, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
18	Курсовой проект	57	Расчет и проектирование	ПК-1, ПК-2
Итого		135		ПК-1, ПК-2

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

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  $\geq 3$ . 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

$$\text{образом: } R^{\text{тек}} = K \left( \sum_{i=1}^n a_i B_i \right),$$

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, практические занятия);

$K$  – множитель зависящий от количества работ.

**5 семестр:** 5 лабораторные работы.  $K=20$ ,  $a=1$ . За семестр для зачета необходимо получить 60-100 баллов:

$$R^{\text{зачет}} = 20 * B$$

**6 семестр:**

4 лабораторные работы, 4 практических занятия и 4 расчетных задания.  $K=3$ ,  $n=12$ ,  $a_p=0,4$ (расчетные работы);  $a_{л}=0,2$  (лабораторные работы);  $a_{п}=0,4$  (практические занятия).

$$R^{\text{тек}} = K(a_{\text{л}}B_{\text{л}} + a_{\text{р}}B_{\text{р}} + a_{\text{п}}B_{\text{п}})$$

Таким образом, для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов.

*Экзамен:*

При положительной сдаче экзамена студент может набрать  $R^{\text{э}}$  от 24 до 40 баллов. При этом каждый вопрос экзамена также оценивается пятибалльной шкале. Балл вопроса учитывается при расчете  $R^{\text{э}}$ , если он  $\geq 3$ :

$$R^{\text{экз}} = 8 \left( \sum_{i=1}^B B_i \right) / B$$

где  $B_i$  -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. Перевод итогового рейтинга в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

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

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

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

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

*Курсовой проект:*

2 вида расчетов: технологический и механический и 2 вида графических работ: чертеж общего вида аппарата и функциональная схема процесса.  $K=20$ ,  $n=4$ ,  $a_{\text{р}}=0,5$ (расчетные работы);  $a_{\text{п}}=0,5$  (графические работы):

$$R^{\text{к/п}} = K(a_{\text{р}}B_{\text{р}} + a_{\text{п}}B_{\text{п}})$$

Таким образом, для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 60 до 100 баллов.

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» 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. Айнштейн, В.Г. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: в 2 книгах. [Электронный ресурс]: учебник / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов.- М.: Лаборатория знаний, 2014. - 1758 с.	ЭБС «Лань» Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/42602">http://e.lanbook.com/book/42602</a>
2. Вобликова, Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств. [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков, А.В. Пермяков.- СПб.: Лань, 2016. - 204 с.	ЭБС «Лань» Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/72976">http://e.lanbook.com/book/72976</a>
3. 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  В эл. библиотеке КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/gtpaxt.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/gtpaxt.pdf</a>
4. 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
5. Островская, Э.Н. Расчет и конструирование химических аппаратов с мешалками: учеб. пособие / Э.Н. Островская, Т.В. Полякова; Казан. гос. технол. ун-т. - Казань, 2007.-118, [2] с.	217 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Фролов, В.Ф. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов: Химиздат, 2010 КнигаФонд.	ЭБС «КнигаФонд» Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ Режим доступа: <a href="http://www.knigafund.ru/books/195567">http://www.knigafund.ru/books/195567</a>
7. Борисов, Г.С. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию: учеб. пособие для студ. хим.-технол. спец. вузов/ Г.С. Борисов [и др.]; под ред. Ю.И. Дытнерского.- 3-е изд., стереотип. - М.: Альянс, 2007. - 494 с.	990 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. – 12-е изд., стереотип., перераб. – М.: Альянс С, 2006. – 750 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ

2. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лацинский, А.Р. Толчинский; под ред. Н.Н. Логинова.— 4-е изд., стереотип.— М.: Арис, 2010.— 752 с.	1000 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. 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
4. Ким, Г.Н. Процессы и аппараты пищевых производств [Учебники]: учеб.пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготов. 260600 "Пищ. инженерия" по спец. 260601 "Машины и аппараты пищ. произ-в" и 260602 "Пищ. инженерия малых предприятий" / Даневосточ. гос. техн. рыбохозяйствен. ун-т.— Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010.— 481, [1] с.: ил. — Библиогр.: с.476-477 (38 назв.).	2экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии [Учебники]: учеб.пособие / Ф.А. Абдулкашарова, 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 В эл. библиотеке КНИТУ <a href="https://kstu.bibliotech.ru/Reader/Book/-9">https://kstu.bibliotech.ru/Reader/Book/-9</a>

### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» 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 «Руконт» - <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 лекций,
2. Практические занятия:
  - a. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
  - b. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
  - 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**

Учебный процесс по изучению дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» для бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» предусматривает интерактивные методы обучения в ходе лекционных, семинарских и лабораторных занятий в общем объеме 28 часов. 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.