

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. 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине **Б1.В.ОД.12 «Термовлажностные и низкотемпературные
теплотехнологические процессы и установки»**

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки «Энергетика теплотехнологий»

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Институт химического и нефтяного машиностроения,
механический факультет

Кафедра-разработчик рабочей программы «Теоретические основы теплотехники»

Курс, семестр 3, 5-6

	Семестр 5, часы	Семестр 6, часы	Итого, часы	Зачетные еди- ницы
Лекции	36		36	1,0
Практические занятия		36	36	1,0
Лабораторные занятия	18	18	36	1,0
СРС	45	72	117	3,25
Форма аттестации	Экзамен, 27	Зачет, курсовой проект	27	0,75
Всего	126	126	252	7

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (приказ № 1081 от 01.10.2015) по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю «Энергетика теплотехнологий» на основании учебных планов набора обучающихся . 2018 года.

Типовая программа по дисциплине отсутствует

Разработчик программы:

Профессор кафедры ТОТ
(должность)


(подпись)

Ф.Р. Габитов
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ протокол от 28. 08. 2018г. № 1

Зав. кафедрой


(подпись)

Ф.М. Гумеров
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии от 03. 09. 2018г. № 4

Механического факультета

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

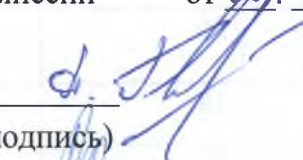
А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии от 03. 09. 2018г. № 4

Механического факультета

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки** являются

а) формирование знаний об энергоемких теплотехнологических объектах и явлениях, проектировании и эксплуатации энергетического оборудования различных производств,

б) обучение технологии получения энергии, продуктов и материалов на основе энергетически эффективных и экологически совершенных теплотехнических процессов и оборудования

в) обучение способам применения новейших изысканий и открытий по энергетике теплотехнологий,

г) раскрытие сущности процессов, происходящих в современных энергетических устройствах и технологической аппаратуре химии и нефтехимии, металлургии, целлюлозно-бумажной, легкой и пищевой промышленности, производстве строительных материалов, авиации, энергетике и других отраслях где тепловые процессы играют решающую роль.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки** относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, производственно-технологической, расчетно-проектной и проектно-конструкторской видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины **Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки** бакалавр по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.14 Техническая термодинамика

б) Б1.Б.15 Тепломассообмен

Дисциплина **Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические**

процессы и установки является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ОД.10 Источники энергии теплотехнологии

б) Б1.В.ОД.13 Теплотехнологические комплексы и безотходные системы

в) Б1.В.ОД.16 Высокотемпературные процессы и установки

г) Б1.В.ДВ.6.1 Сверхкритические флюидные технологии

Знания, полученные при изучении дисциплины **Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки** могут быть использованы при прохождении практик *учебной, производственной, преддипломной* и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК-1 способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией,
2. ПК-2 способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) **Знать:** а) основные отечественные и зарубежные источники научно-технической информации по вопросам свойств теплоносителей, расчета, проектирования и использования термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических процессов и установок (ПК-1);
б) основные типы и конструкции теплотехнологического оборудования предприятий и области их применения (ПК-2);
в) основные процессы протекающих в аппаратах и элементах термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических установок, физические законы, которым они подчиняются и модели для их описания (ПК-1, ПК-2);

- г) основные теплоносители применяемые в тепломассообменном оборудовании теплотехнологических установок, их свойства и характеристики (ПК-1);
- д) типовые методики расчета и проектирования тепломассообменного оборудования и теплотехнологических установок предприятий с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2)

2) **Уметь:** а) проводить сбор и анализ исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, (ПК-1);

в) проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

3) **Владеть:** а) навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);

в) навыками расчета по типовым методиками и проектирования термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических установок с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

4. Структура и содержание дисциплины Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7,0 зачетных единиц, 252 часа.

Таблица 1.

№ 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	Практическое занятие	Лабораторные работы	СРС	
1	Раздел 1. Введение. Тема 1 Теплоносители. Классификация теплообменников.	5	1-2	4			14	Собеседование
2	Раздел 2. Основные типы теплообменников. Тема 2. Рекуперативные теплообменники.	5	3-5	6		12	17	Защита двух лабораторных работ.
		6	1-5		4		1	Защита решенной практической задачи по разделу. Контрольная работа
3	Раздел 2. Основные типы теплообменников. Тема 3. Регенеративные теплообменники	5	6-7	4				
		6	6-7		6		1	Защита решенной практической задачи по разделу
4	Раздел 2. Основные типы теплообменников. Тема 4. Смесительные теплообменники	5	7-8	4				
		6	7-8		6		1	Защита решенной практической задачи по разделу
5	Раздел 3. Основные процессы, использующие теплообменную аппаратуру. Тема 5. Выпарные теплообменники	5	9-10	4				.
		6	15-18		4	6	1 1 62	Защита лабораторной работы Защита решенной практической задачи по разделу, Защита курсового проекта
6	Раздел 3. Основные процессы, использующие теплообменную аппаратуру. Тема 6. H-d - диаграмма влажного воздуха	5	11-12	4				
		6			4	6	1 1	Защита лабораторной работы Защита решенной практической задачи по разделу
7	Раздел 3. Основные процессы, использующие теплообменную аппаратуру. Тема 7. Сушильные камеры	5	13-14	4		6	14	Защита лабораторной работы
		6			4		1	Защита решенной практической задачи по разделу
8	Раздел 3. Основные процессы, использующие теплообменную аппаратуру. Тема 8. Ректификационные установки	5	9-14	6				
		6			8	6	1 1	Защита лабораторной работы Защита решенной практической задачи по разделу. Контрольная работа
	Зачет	6	15-18					По итогам решенных задач
	Зачет (дифференцир.)	6	15-18					Защита курсового проекта
	Экзамен	5						Письменный (27 часов)
Итого				36	36	36	117	

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием используемых инновационных образовательных технологий.

Таблица 2

№	Раздел дисциплины	часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Раздел 1 Введение.	4	Тема 1. Теплоносители. Классификация теплообменников.	Основные виды низкотемпературных тепло- и массообменных процессов и установок. Промышленные теплоносители, их свойства, область применения. Классификация теплообменной аппаратуры.	ПК-1, ПК-2
2	Раздел 2 Основные типы теплообменников	6	Тема 2. Рекуперативные теплообменники.	Назначение и принцип действия рекуперативных теплообменников. Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации. Виды и методы расчета теплообменного оборудования. Алгоритм расчета рекуперативных теплообменников. Тепловой расчет рекуперативных теплообменников периодического действия с паровым обогревом. Тепловой расчет рекуперативных теплообменников периодического действия с жидкостным обогревом.	ПК-1, ПК-2.
		4	Тема 3. Регенеративные теплообменники.	Назначение и классификация регенеративных теплообменников. Регенеративные теплообменники непрерывного действия с циркулирующим зернистым материалом и с вращающейся насадкой. Регенеративные теплообменники периодического действия, Схемы и принцип работы. Расчет регенеративных теплообменников периодического действия. Коэффициент теплопередачи регенеративного теплообменника. Коэффициент теплоотдачи регенеративного теплообменника.	ПК-1, ПК-2
		4	Тема 4. Смесительные теплообменники.	Назначение. Принцип действия. Классификация смесительных теплообменников по направлению потока массы. Классификация смесительных теплообменников по принципу разделения жидкости. Основные конструкции смесительных теплообменников. Тепловой расчет насадочных и полых смесительных теплообменников.	ПК-1, ПК-2
	Раздел 3. Основные процес-	4	Тема 5. Выпарные теплообменники	Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Принцип действия, основные конструкции аппаратов, тепловые схемы и установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпари-	ПК-1, ПК-2.

	сы, использующие теплообменную аппаратуру			вания и кристаллизации. Основы теплового расчета.	
		4	Тема 6. Н-d - диаграмма влажного воздуха	Назначение. Построение основных линий. Построение основных процессов тепло-и массообмена на Н-d - диаграмме влажного воздуха. Взаимодействие воздуха с влажным материалом в изобарно-адиабатическом процессе. Изображение этого процесса на Н- d - диаграмме. Температура мокрого термометра. Предел охлаждения воздуха.	ПК-1, ПК-2.
		4	Тема 7. Сушильные камеры.	Агент сушки, его назначение. Конвективная сушка. Физические явления, характеризующие процесс сушки материалов. Формы связи влаги с материалом. Основные стадии процесса сушки. Особенности процесса сушки пористых материалов. Конструкции, принцип действия, основы расчета сушильных камер. Построение рабочей линии сушки на h-d диаграмме.	ПК-1, ПК-2.
		6	Тема 8. Ректификационные установки.	Физика процесса ректификации. Ректификационные установки периодического и непрерывного действия. Схема непрерывно действующей ректификационной установки. Конструкции ректификационных колонн барботажного типа с неорганизованным переливом жидкости. Конструкции ректификационных колонн барботажного типа с переливными устройствами (с колпачковыми тарелками, с ситчатыми тарелками, с клапанными тарелками, со струйными тарелками, тарелки с двумя зонами контакта, тарелки с шаровыми насадками). Режимы работы тарельчатых ректификационных аппаратов. Расчет ректификационных установок. Основные положения. Метод теоретических тарелок для расчета ректификационной колонны. Метод кинетической кривой для определения действительного числа тарелок ректификационных колонн.	ПК-1, ПК-2.
	ИТОГО	36			

6. Содержание практических занятий

Цель проведения практических занятий – освоение лекционного материала и выработка определенных умений, связанных с *практическим освоением методики технологического расчета теплоиспользующей аппаратуры.*

Таблица 3.

№	Раздел дисциплины	часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Раздел 2 Основные типы теплообменников	4	Тема 2. Рекуперативные теплообменники.	Тепловой расчет рекуперативного теплообменника периодического действия. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника периодического действия с паровым обогревом. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника периодического действия с водяным обогревом. Гидравлический расчет рекуперативных теплообменников. Применение программы CHEMCAD при проектировании рекуперативного теплообменника.	ПК-1, ПК-2.
		6	Тема 3. Регенеративные теплообменники.	Тепловой расчет регенеративного теплообменника непрерывного действия. Применение программы CHEMCAD при проектировании регенеративного теплообменника.	ПК-1, ПК-2.
		6	Тема 4. Смесительные теплообменники.	Последовательность проектирования смесительных теплообменников. Тепловой расчет насадочно - смесительного теплообменника. Характеристики промышленно используемых насадок. Применение программы CHEMCAD при проектировании смесительного теплообменника.	ПК-1, ПК-2.
2	Раздел 3. Основные процессы, использующие теплообменную аппаратуру	4	Тема 5. Выпарные теплообменники.	Алгоритм расчета многокорпусных выпарных аппаратов. Определение физико-химической, гидростатической и гидравлической депрессий. Применение метода графического решения системы уравнений применительно к определению удельного теплового потока между греющим и нагреваемым теплоносителями.	ПК-1, ПК-2.
		4	Тема 6. H-d – диаграмма влажного воздуха	Построение основных линий на h-d – диаграмме. Построение основных процессов тепло и - массообмена на h-d - диаграмме.	ПК-1, ПК-2.
		4	Тема 7. Сушильные камеры.	Построение рабочей линии сушки на h-d - диаграмме.	ПК-1, ПК-2.

		8	Тема 8. Ректификационные установки	Построение фазовых диаграмм и диаграмм равновесия для жидких смесей. Определение числа теоретических тарелок в ректификационной колонне. Применение программы CHEMCAD при проектировании ректификационной колонны	ПК-1, ПК-2.
	ИТОГО	36			

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося наглядного представления протекающих процессов в теплоиспользующей аппаратуре, а также выработка студентами определенных умений, связанных с оптимизацией тепло-массообменных процессов и навыков, связанных с изучением методик их расчета.

Таблица 4.

№	Раздел дисциплины	часы	Название лабораторных работ и место их проведения*	Краткое содержание	Формируемые компетенции
5 семестр					
1	Раздел 2. Тема 2. Рекуперативные теплообменники непрерывного действия.	6	Исследование теплопередачи в двухтрубчатом теплообменнике.	определение коэффициента теплопередачи	ПК-1, ПК-2
2.	Раздел 2. Тема 2. Рекуперативные теплообменники периодического действия.	6	Исследование рекуперативного теплообменника объемного типа с жидкостным обогревом.	Изучение кинетических характеристик	ПК-1, ПК-2
3.	Раздел 3. Тема 7. Сушильные камеры	6	Кинетика процесса сушки пористых материалов.	определение кинетических характеристик	ПК-1, ПК-2
6 семестр					
4.	Раздел 3. Тема 5.	6	Расчет и проектирование	Проведение проек-	ПК-1, ПК-2

	Выпарные теплообменники		выпарной установки. (ЭВМ, CHEMCAD).	тировочного расчета	
5.	Раздел 3. Тема 6. H-d - диаграмма влажного воздуха	6	Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха. Построение основных линий H-d диаграммы.	Построение линии сушки материала на H-d диаграмме.	ПК-1, ПК-2
6.	Раздел 3. Тема 8. Ректификационные установки	6	Расчет и проектирование ректификационной установки. (ЭВМ, CHEMCAD).	Проведение проектировочного расчета	ПК-1, ПК-2
		36	ИТОГО		

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры Теоретические основы теплотехники с использованием специального оборудования: _

- Для измерения температуры используются термопары в комплекте с цифровым вольтметром и универсальные цифровые инфракрасные термометры UT-102.
- Для обеспечения наглядности течения теплоносителей и определения их расхода используются ротаметры.
- Масса рабочего тела измеряется с помощью цифровых весов.
- Лабораторные работы по моделированию процесса выпарки проводится с использованием компьютерной программы ChemCad__на компьютерах.
- Для поддержания требуемой температуры процесса используются термостат UTU-17 и сушильный шкаф.

8. Содержание курсового проекта

Учебным планом направления 13.03.01 предусмотрено выполнение студентами курсового проекта по дисциплине **Б1.В.ОД.12** **"Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки»** за счет часов выделенных на СРС.

Цель выполнения студентами курсового проекта по дисциплине – освоение методики выполнения теплового, гидравлического, механического расчетов выпарной установки. Владение критериями подбора узлов стандартных теплообменных аппаратов к выпарной установке. Умение пользоваться справочным материалом. Привитие навыков выполнения графической части проектов. Формируемые компетенции ПК-1, ПК-2.

Курсовой проект выполняется студентами *индивидуально* – по теме, выбираемой преподавателем из списка. Список тем курсового проекта по дисциплине

Б1.В.ОД.12"Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки» ежегодно утверждается на заседании кафедры ТОТ.

Основные источники информации при выполнении курсового проекта –

2. *Выпарные установки: учебное пособие/ Ф.Р.Габитов. А.В.Маряшев, А.А.Медяков, Е.В.Егошин. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015.- 292 с.*

Выполнение курсового проекта завершается оформлением студентом письменного отчета – Расчетно-пояснительной записки и двух чертежей формата А-3 и А-1 по установленной в вузе форме с последующей защитой результатов работы перед комиссией в составе преподавателя ведущего курсовое проектирование и заведующего кафедрой.

Примерная тематика курсовых проектов представлена в ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине **Б1.В.ОД.12 «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки»**

9. Самостоятельная работа бакалавра

Таблица 5.

Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу	Время на подготовку, час	Форма СРС*	Формируемые компетенции
---	--------------------------	------------	-------------------------

<i>Самостоятельная работа бакалавра в 5 семестре</i>			
Раздел 1. Тема 1. Теплоносители. Классификация теплообменников	14	проработка теоретического материала для собеседования	ПК-1, ПК-2
Раздел 2. Тема 2. Лабораторная работа. Исследование теплопередачи в двухтрубчатом теплообменнике	9	<i>подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	ПК-1, ПК-2
Раздел 2. Тема 2. Лабораторная работа. Исследование теплопередачи в рекуперативном теплообменнике объемного типа с жидкостным обогревом	8	<i>подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	ПК-1, ПК-2
Раздел 3. Тема 7. Лабораторная работа. Кинетика процесса сушки пористых материалов	14	<i>подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	ПК-1, ПК-2
<i>Самостоятельная работа бакалавра в 6 семестре</i>			
Раздел 3. Тема 5. Лабораторная работа. Расчет и проектирование выпарной установки. (ЭВМ, CHEMCAD).	1	подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-2
Раздел 3. Тема 6. Лабораторная работа. Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха. Построение основных линий h-d- диаграммы	1	<i>подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	ПК-1, ПК-2
Раздел 3. Тема 8. Лабораторная работа. Расчет и проектирование ректификационной колонны. (ЭВМ, CHEMCAD).	1	подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-2
Курсовой проект на тему «Проектирование трехкорпусной выпарной установки», включающий тепловой, и гидравлический расчет, подбор стандартных узлов и конструкций элементов, разработка технологической схемы, разработка сборочного чертежа, составление пояснительной записки.	62	тепловой, и гидравлический расчет, подбор стандартных узлов и конструкций элементов, разработка технологической схемы, разработка сборочного чертежа, составление пояснительной записки	ПК-1, ПК-2

Проектировочный расчет рекуперативных теплообменников с паровым и жидкостным обогревом	1	проведение проектировочного расчета двух теплообменников	ПК-1, ПК-2
Проектировочный расчет регенеративных теплообменников	1	проведение проектировочного расчета	ПК-1, ПК-2
Проектировочный расчет смесительных теплообменников	1	проведение проектировочного расчета	ПК-1, ПК-2
Проектировочный расчет выпарных теплообменников	1	проведение проектировочного расчета	ПК-1, ПК-2
Использование h-d диаграммы для расчета теплообменных процессов	1	Проведение расчета	ПК-1, ПК-2
Использование h-d диаграммы для расчета для расчета сушильной камеры	1	Проведение расчета	ПК-1, ПК-2
Проектировочный расчет ректификационной установки	1	проведение проектировочного расчета	ПК-1, ПК-2
ИТОГО	117		

10. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «**Термовлажные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки**» 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, №7 от 4 сентября 2017 «*Положение о рейтинговой системе оценки знаний студентов в КНИТУ*»

При изучении дисциплины «**Термовлажные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки**»:

в 5 семестре предусматривается выполнение трех лабораторных работ и сдача экзамена;

в 6 семестре предусматривается выполнение трех лабораторных работ, решение семи практических задач и выполнение двух контрольных работ;

В 6 семестре предусматривается выполнение и защита курсового проекта.

Таблица 6. Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины в 5 семестре

Вид работы	Кол-во	Минимальная сумма баллов	Максим. сумма баллов

Посещение лекционных занятий	18	0	10
Лаб. раб.	3	36	50
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100
* Поощрительный балл			

Таблица 7. Система оценок при выполнении курсового проекта

№ п\п	Вид работы	Кол-во	Мин. сумма бал.	Макс.сумма баллов
1.	Технологический расчет трех ступеней	3	12	20
2.	Расчет конструктивных элементов	1	6	10
3.	Технологическая схема	1	6	10
4.	Спецификация выпарного аппарата и теплообменника	2	6	10
5.	Сборочный чертеж теплообменника	1	17	30
6.	Список используемой литературы	1	1	2
7.	Защита курсового проекта	1	12	18
Итого			60	100

Таблица 8. Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины в 6 семестре

Вид работы	Кол-во	Минимальная сумма баллов	Максим. сумма баллов
Работа на практических занятиях	18	11,5	18
Решение практической задачи	7	10,5	28
Контрольная работа	2	20	30
Лаб. раб.	3	18	24
Итого		60	100

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Таблица 9

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. 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.	985 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Габитов Ф.Р., Маряшев А.В., Медяков А.А., Егояшин Е.В. Выпарные установки. Учебное пособие. Йошкар-Ола. Изд-во Поволжского технологического университета. 2015, 292 с.	20 экз. в УНИЦ КНИТУ.
3. Габитов Ф.Р. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Изд-во Каз. Гос. Технол. Ун-та, 2007. – 192 с.	58 экз. в УНИЦ КНИТУ ЭБ УНИЦ доступ с ip-адресов КНИТУ http://ft.rstu.ru/ft/tintpiu.pdf

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Таблица 10

Дополнительные источники информации	Кол-во экз. в библиотеке КНИТУ
4. Поникаров И.И. Поникаров С.И., Рачковский С.В. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки. Примеры и задачи. Учебное пособие. М.: Альфа-М, 2008. - 720 с.	706 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Математическое моделирование химико-технологических процессов с использованием программы CHEMCAD. Учебное пособие/ Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В. Рыжков Д.А.. Казань. КГТУ. 2008. 160 с.	113 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. М. Химия. 1987. 496 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ
7. Бакластов А.М. Проектирование монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок. М. Энергия. 1970. 568 с.	6 экз. в УНИЦ КНИТУ

8. Теплофизические свойства теплоносителей и рабочих тел энерготехнологических процессов и установок: Метод. указания/ Казан. гос. технол. ун-т; Сост. В.А.Аляев и др. Казань, 2000. 64с.	20 экз. в УНИЦ КНИТУ
9. Чернобыльский И.И. Выпарные установки. Основы теории и расчета. Киев. Изд-во Киевского ун-та. 1960. 262 с.	49 экз. в УНИЦ КНИТУ
10. Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. Л. Химия. 1977. 592 с.	9 экз. в УНИЦ КНИТУ
11. Лащинский А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник/ А.А.Лащинский; под ред. Н.Н.Логинова. 4-е изд., стереотип.- М.: Арис, 2010. -752 с.: ил., табл.- Библиогр.: с.749-752 в	1000 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки»)

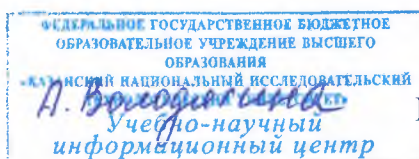
предусмотрено использование электронных источников информации теплофизических свойств рабочих сред, а так же компьютерных программа CHEMCAD 5.2., MatCad 14, EXEL, AVTOCAD, COMPAS

Адреса электронных библиотек

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ	ruslan.kstu.ru
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
ЭБС «Книга фонда»	http://www.knigafund.ru
ЭБС «Юрайт»	http://www.biblio-online.ru
ЭБС «Лань»	http://e.lanbook.ru
ЭБС «БиблиоТех»	https://kstu.bibliotech.ru
ЭБС «РУКОНТ»	http://rucont.ru
ЭБС «IPRbooks»	http://www.iprbookshop.ru
ЭБС «Znanium.com»	http://znanium.com

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



Володягина А.А.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

Например:

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,*
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (компьютерным проектором, экран, компьютер/ноутбук, плазменная панель объединенная с компьютером),*

2. Практические занятия:

- a. компьютерный класс,*
- b. презентационная техника (компьютерным проектором, экран, компьютер/ноутбук, плазменная панель объединенная с компьютером),*
- c. пакеты ПО общего назначения: WORD, EXEL.*
- d. специализированное ПО: CHEMCAD 5.2., MatCad 14, AVTOCAD, COMPAS*
- e. и т.п.*
- f.*

3. Лабораторные работы

- Для измерения температуры используются термомпары в комплекте с цифровым вольтметром и универсальные цифровые инфракрасные термо-метры UT-102.*
 - Для обеспечения наглядности течения теплоносителей и определения их расхода используются ротаметры.*
 - Масса рабочего тела измеряется с помощью цифровых весов.*
 - Лабораторные работы по моделированию процесса выпарки проводится с использованием компьютерной программы ChemCad__на компьютерах.*
 - Для поддержания требуемой температуры процесса используются термостат UTU-17 и сушильный шкаф.*
- a. лаборатория А-37 (учебная лаборатория тепло – и массообмена), оснащенная уникальными установками для исследования процессов тепло – и массообмена в рекуперативных теплообменниках. Для измерения температуры используются термомпары в комплекте с цифровым вольтметром и универсальные цифровые инфракрасные термометры UT-102 производства Японии. Для поддержания требуемой температуры процесса используются термостат UTU-17,*
- b. лаборатория А- 29 (Учебная лаборатория термодинамики) оснащенная уникальной установкой для исследования термовлажностных процессов на hd –*

диаграмме в состав которой входит ротаметры, обеспечивающие наглядность течения теплоносителей и определяющие расход рабочих сред.

- c. лаборатория А- 52 (Учебная лаборатория специальности Энергетика и теплотехнологии), оснащенная установкой для исследования кинетики процесса сушки пористых материалов в состав которой входят: сушильным шкафом, цифровые весы для измерения массы рабочего тела,*
 - d. шаблоны отчетов по лабораторным работам,*
- 4. 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

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием презентаций. Презентации лекций содержат большое количество фотоматериалов.

Практические занятия проводятся в традиционной форме с использованием при проведении теплового конструктивного и гидравлического расчетов теплообменного аппарата компьютерного пакета MatCad 14, CHEMCAD, а также программ расчета и подбора тепло- и массообменного оборудования различных производителей.

Лабораторные работы проводятся на уникальных установках разработанных сотрудниками каф. Теоретические основы теплотехники с использованием современных измерительных приборов. При обработке опытных данных используются компьютерные пакеты программ MatCad 14, CHEMCAD, EXSEL.

Самостоятельная работа включает выполнение заданий, полученных на практических занятиях, подготовку к собеседованиям, лабораторным работам, тестам и контрольным работам, оформление отчетов по лабораторным работам, выполнение курсового проекта, подготовку к зачету и экзамену. Используются компьютерные пакеты программ MatCad 14, CHEMCAD, EXSEL, AVTOCAD, COMPAS.

Занятия с использованием интерактивных форм обучения составляют 36 часов: 18 часов (лабор.) в 5 семестре и 18 часов (лабор.) в 6 семестре.