

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

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по УР
 А.В. Бурмистров

 « 07 » 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «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 единицы
Лекции	36		36	1,0
Практические занятия		36	36	1,0
Лабораторные занятия	18	18	36	1,0
Самостоятельная работа	45	72	117	3,25
Форма аттестации	Экзамен, 27	Зачет, Курсовой проект	27	0,75
Всего	126	126	252	7

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ № 143 от 28. 02. 2018 г.) по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» на основании учебных планов набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

Профессор кафедры ТОТ
(должность)


(подпись)

Ф.Р. Габитов
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ протокол от 27 июня 2019 г. № 14

Зав. кафедрой, профессор


(подпись)

Ф.М. Гумеров
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

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 части ООП, формируемой участниками образовательных отношений, и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.01. «Теплоэнергетика и теплотехника» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

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

а) *Физика*

б) *Химия*

в) *Техническая термодинамика*

г) *Тепломассообмен*

д) *Гидрогазодинамика*

Дисциплина **Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические**

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

- а) Высокотемпературные процессы и установки
- б) Сверхкритические флюидные технологии
- в) Процессы и аппараты очистки газовых выбросов

Знания, полученные при изучении дисциплины **Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки** могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

Компетенция:

ПК-1 Способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства.

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-1.1. Знает технологию производства и основные схемы размещения объектов профессиональной деятельности и их систем.

ПК-1.2. Умеет применять основы экономики, организации труда, производства и управления, основы оптимального развития энергосистем.

ПК-1.3. Владеет навыками использования типовых методов расчета технологических процессов с последующим размещением объектов профессиональной деятельности.

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;
- б) основные типы и конструкции теплотехнологического оборудования предприятий и области их применения;
- в) основные процессы протекающих в аппаратах и элементах термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических установок, физические законы, которым они подчиняются и модели для их описания;

г) основные теплоносители применяемые в теплообменном оборудовании теплотехнологических установок, их свойства и характеристики;

д) типовые методики разработки схем размещения теплообменного оборудования и теплотехнологических установок предприятий с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с технологией производства.

2) **Уметь:** а) проводить сбор и анализ исходных данных для разработки схем размещения теплотехнологических установок и их элементов в соответствии с нормативной документацией;

в) применять основы оптимизации процессов, протекающих в теплотехнологическом оборудовании предприятий;

3) **Владеть:** а) навыками сбора и анализа исходных данных для схем размещения теплотехнологических установок и их элементов в соответствие с технологией производства;

в) навыками использования типовых методов расчета термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических процессов и установок;

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 атте- стации (по семестрам)
				Лекция	Практи- ческое занятие	Лабо- ратор- ные работы	СРС	
1	Раздел 1. Введение. Тема 1 Теплоносители. Классификация тепло- обменников.	5	1-2	4			14	Тест
2	Раздел 2. Основные типы теплообменников. Тема 2. Рекуперативные теплообменники.	5	3-5	6		12	17	Лабораторная работа.
		6	1-5		4		1	Расчетная работа. Контрольная работа.
3	Раздел 2. Основные типы теплообменников. Тема 3. Регенеративные теплообменники	5	6-7	4				
		6	6-7		6		1	Расчетная работа.
4	Раздел 2. Основные типы теплообменников. Тема 4. Смесительные теплообменники	5	7-8	4				
		6	7-8		6		1	Расчетная работа.
5	Раздел 3. Основные про- цессы, использующие теп- лообменную аппаратуру. Тема 5. Выпарные тепло- обменники	5	9-10	4				
		6	15-18		4	6	1 27	Лабораторная работа. Расчетная работа.
6	Раздел 3. Основные про- цессы, использующие теп- лообменную аппаратуру. Тема 6. H-d - диаграмма влажного воздуха	5	11-12	4				
		6			4	6	1 1	Лабораторная работа. Расчет- ная работа.
7	Раздел 3. Основные процес- сы, использующие тепло- обменную аппаратуру. Тема 7. Сушильные камеры	5	13-14	4		6	14	Лабораторная работа.
		6			4		1	Расчетная работа.
8	Раздел 3. Основные про- цессы, использующие теп- лообменную аппаратуру. Тема 8. Ректификацион- ные установки	5	9-14	6				
		6			8	6	1 1	Лабораторная работа. Расчетная работа. Контрольная работа
Итого в 5 семестре				36		18	45	Экзамен (27)
	Курсовой проект	6					36	Защита курсового проекта
Итого в 6 семестре					36	18	72	Зачет
Итого по дисциплине:				36	36	36	117	

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций.

Таблица 2

№	Раздел дисциплины	часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения 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-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
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-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
		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-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
		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-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
	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	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

	сы, использующие теплообменную аппаратуру			термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Основы теплового расчета.	
		4	Тема 6. H-d - диаграмма влажного воздуха	Назначение. Построение основных линий. Построение основных процессов тепло-и массообмена на H-d - диаграмме влажного воздуха. Взаимодействие воздуха с влажным материалом в изобарно-адиабатическом процессе. Изображение этого процесса на H-d - диаграмме. Температура мокрого термометра. Предел охлаждения воздуха.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
		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-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
		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-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
	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	Индикаторы достижения 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 СHEM-CAD при проектировании рекуперативного теплообменника.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
		6	Тема 3. Регенеративные теплообменники.	Тепловой расчет регенеративного теплообменника непрерывного действия. Применение программы СHEM-CAD при проектировании регенеративного теплообменника.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
		6	Тема 4. Смесительные теплообменники.	Последовательность проектирования смесительных теплообменников. Тепловой расчет насадочно - смесительного теплообменника. Характеристики промышленно используемых насадок. Применение программы СHEM-CAD при проектировании смесительного теплообменника.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
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-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
		4	Тема 6. Н-d – диаграмма влажного воздуха	Построение основных линий на h-d – диаграмме. Построение основных процессов тепло и - массообмена на h-d - диаграмме.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
		4	Тема 7. Сушильные камеры.	Построение рабочей линии сушки на h-d - диаграмме.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

		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-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
	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	Индикаторы достижения компетенции
5 семестр					
1	Раздел 2. Тема 2. Рекуперативные теплообменники непрерывного действия.	6	Исследование теплопередачи в двухтрубчатом теплообменнике.	определение коэффициента теплопередачи	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
2.	Раздел 2. Тема 2. Рекуперативные теплообменники периодического действия.	6	Исследование рекуперативного теплообменника объемного типа с жидкостным обогревом.	Изучение кинетических характеристик	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
3.	Раздел 3. Тема 7. Сушильные камеры	6	Кинетика процесса сушки пористых материалов.	определение кинетических характеристик	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
6 семестр					
4.	Раздел 3. Тема 5. Выпарные теплообменники	6	Расчет и проектирование выпарной установки. (ЭВМ, CHEMCAD).	Проведение проектировоч-	ПК-1.1 ПК-1.2

				ного рас- чета	ПК-1.3
5.	Раздел 3. Тема 6. H-d - диаграмма влажного воздуха	6	Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха. По- строение основных ли- ний H-d- диаграммы.	Построе- ние линии сушки ма- териала на H-d- диа- грамме.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
6.	Раздел 3. Тема 8. Ректификационные установки	6	Расчет и проектирование ректификационной установки. (ЭВМ, CHEMCAD).	Проведение проек- тировоч- ного рас- чета	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
	ИТОГО	36			

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры Теоретиче-
ские 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 **"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. Индикаторы достижения компетенции ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3.

Курсовой проект выполняется студентами *индивидуально* – по теме, выбираемой преподавателем из списка. Список тем курсового проекта по дисциплине **"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 «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*	Индикаторы достижения компетенции
Самостоятельная работа бакалавра в 5 семестре			

Раздел 1. Тема 1. Теплоносители. Классификация теплообменников	14	Тест	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 2. Тема 2. Лабораторная работа. Исследование теплопередачи в двухтрубчатом теплообменнике	9	Лабораторная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 2. Тема 2. Лабораторная работа. Исследование теплопередачи в рекуперативном теплообменнике объемного типа с жидкостным обогревом	8	Лабораторная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 7. Лабораторная работа. Кинетика процесса сушки пористых материалов	14	Лабораторная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
<i>Самостоятельная работа бакалавра в 6 семестре</i>			
Раздел 3. Тема 5. Лабораторная работа. Расчет и проектирование выпарной установки. (ЭВМ, CHEMCAD).	1	Лабораторная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 6. Лабораторная работа. Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха. Построение основных линий h-d- диаграммы	1	Лабораторная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 8. Лабораторная работа. Расчет и проектирование ректификационной колонны. (ЭВМ, CHEMCAD).	1	Лабораторная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 2. Тема 2. Проектировочный расчет рекуперативных теплообменников с паровым и жидкостным обогревом	1	Расчетная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 2. Тема 3. Проектировочный расчет регенеративных теплообменников	1	Расчетная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 2. Тема 4. Проектировочный расчет смешительных теплообменников	1	Расчетная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 5. Проектировочный расчет выпарных теплообменников	27	Расчетная работа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 6. Использование h-d диаграммы для расчета теплообменных про-	1	Расчетная работа	ПК-1.1

цессов			ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 7. Использование h-d диаграммы для расчета для расчета сушильной камеры	1	<i>Расчетная работа</i>	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 8. Проектировочный расчет ректификационной установки	1	<i>Расчетная работа</i>	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 5. 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.	36	<i>Защита курсового проекта</i>	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
ИТОГО	117		

10. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «**Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки**» используется балльно-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 балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

При изучении дисциплины «**Термовлажностные 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, выполнение семи расчетных работ 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

Оценочные средства	Кол-во	Минимальная сумма баллов	Максим. сумма баллов

Тест	1	18	27
Лабораторная работа	3	18	33
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100

Таблица 7. Система оценок при выполнении курсового проекта

Оценочные средства	Кол-во	Минимальная сумма баллов	Максим. сумма баллов
Защита курсового проекта	1	60	100

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

Оценочные средства	Кол-во	Минимальная сумма баллов	Максим. сумма баллов
Расчетная работа	7	22	37
Контрольная работа	2	20	30
Лабораторная работа	3	18	33
Итого		60	100

10.1 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.

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:

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.	980 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:

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.	703 экз. в УНИЦ КНИТУ

5. <i>Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы СЕМСАД</i> . Учебное пособие/ Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В., Рыжков Д.А.. Казань. КГТУ. 2008. 160 с.	112 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. М. Химия. 1987. 496 с.	9 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. Лашинский А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник/ А.А.Лашинский; 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 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Термовлажностные и низкотемпературные тепло-технологические процессы и установки» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) - Режим доступа: <http://elibrarv.ru>
2. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
3. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
4. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>

5. Архив журнала «Энергосбережение» -Режим доступа

[http://www.abok.ru/avokpress/archive.php? 1](http://www.abok.ru/avokpress/archive.php?1)

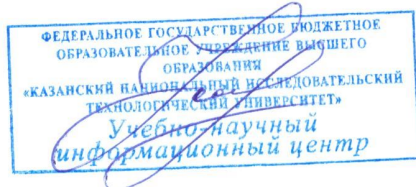
6. «Энергосвет» портал по энергосбережению- Режим доступа

<http://www.energsovet.ru/>

8. Портал-энерго -Режим доступа <http://portal-energo.ru/>

Согласовано:

УНИЦ КНИТУ



11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Журнал «Сверхкритические флюиды - Теория и Практика». – Доступ свободный: <http://www.scf-tp.ru/index.html>
2. <http://www.elibrary.ru>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров PC AT и программным обеспечением.

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

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины **«Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки»**:

1. MS Office
2. ANSYS FLUENT.
3. Аскон Компас 3D
4. Gaussian
5. Mathcad

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: MS Office.

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 Gaussian _на компьютерах.*
- *Для поддержания требуемой температуры процесса используются термостат UTU-17 и сушильный шкаф.*

- а. лаборатория А-37 (учебная лаборатория тепло – и массообмена), оснащенная уникальными установками для исследования процессов тепло – и массообмена в рекуперативных теплообменниках. Для измерения температуры используются термодатчики в комплекте с цифровым вольтметром и универсальные цифровые инфракрасные термометры UT-102 производства Японии. Для поддержания требуемой температуры процесса используются термостат UTU-17,*
- б. лаборатория А- 52 (Учебная лаборатория специальности Энергетика и тепло-технологии), оснащенная установкой для исследования кинетики процесса сушки пористых материалов в состав которой входят: сушильным шкафом, цифровые весы для измерения массы рабочего тела,*
- с. шаблоны отчетов по лабораторным работам,*

4. Прочее

- а. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,*
- б. 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 Mathcad, Gaussian, 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 Mathcad, Gaussian, 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 Mathcad, Gaussian, EXSEL, Аскон Компас 3D.

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