

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

Бурмистров А.В.

(подпись)

« » 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.16 Высокотемпературные процессы и установки

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

(шифр)

(наименование)

Профиль(специализация) подготовки Энергетика теплотехнологий

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, МФ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ

Курс, семестр 4 курс (7 семестр)

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	54	1,5
Практические занятия	54	1,5
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия		
Самостоятельная работа	108	3
Форма аттестации Экзамен	36	1,0
Курс. проект		
Всего	252	7,0

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1081 от 01.10.2015г.) по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника по профилю «Энергетика теплотехнологий», на основании учебного плана набора обучающихся 2015, 2016, 2017 годов
Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

Доцент каф ТОТ

(должность)

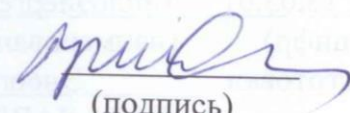

(подпись)

Курбангалеев М.С.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол от 20.10. 2017 г. № 4

Зав. кафедрой


(подпись)

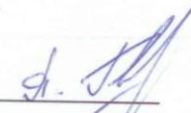
Гумеров Ф.М.

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета или института, реализующего подготовку образовательной программы от 20.11. 2017 г. № 8

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

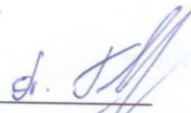
Гаврилов А.В.

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета или института, к которому относится кафедра-разработчик РП от 20.11. 2017 г. № 8

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Гаврилов А.В.

(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.

(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Высокотемпературные процессы и установки" (ВТПУ) является подготовка специалистов, способных решать научные и практические задачи, направленные на создание энергосберегающих теплотехнологических процессов и установок и повышение уровня энергоэкономичности теплотехнологических систем. Поиск, разработка и реализация таких процессов и установок является не только чрезвычайно актуальной, но и сложной научно-технической проблемой

Целями освоения дисциплины **Высокотемпературные процессы и установки** являются

а) формирование знаний о конструктивных и тепловых схемах и элементах высокотемпературных теплотехнологических установок и реакторов; особенностях, конструкции и показателях работы высокотемпературных установок, применяемых в различных отраслях промышленности;

б) обучение технологии составления материальных, тепловых и энергетических балансов топочных и технологических процессов;

в) обучение способам выполнения расчетов процессов горения топлива, конструктивных и поверочных расчетов теплообменной аппаратуры, реакторов и трубчатых печей ВТПУ; расчета энергетического КПД реакторов и печей ВТПУ; выполнения гидравлических и аэродинамических расчетов змеевиков и трактов реакторов, печей и котлов ВТПУ;

г) раскрытие сущности тепло-массообменных процессов, происходящих в реакторах ВТПУ.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина **Высокотемпературные процессы и установки** относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки **13.03.01** набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения расчетно-проектной и проектно-конструкторской, научно-исследовательской и производственно-технологической видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины **Высокотемпературные процессы и установки** бакалавр по направлению подготовки **13.03.01** должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Техническая термодинамика;

б) Тепломассообмен;

в) Гидрогазодинамика;

г) Источники энергии теплотехнологий.

Дисциплина **Высокотемпературные процессы и установки** является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих

дисциплин:

а) Теплотехнологические комплексы и безотходные системы.

Знания, полученные при изучении дисциплины **Высокотемпературные процессы и установки** могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки **13.03.01**.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

профессиональные компетенции:

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) классификацию высокотемпературных теплотехнологических процессов, реакторов и источников энергии;

б) конструктивные и тепловые схемы и элементы высокотемпературных теплотехнологических установок и реакторов;

в) особенности, конструкцию и показатели работы высокотемпературных установок, применяемых в различных отраслях промышленности;

г) источники энергии, реакторы и теплотехнологические установки, применяемые в различных отраслях промышленности;

д) материальные, тепловые и энергетические балансы ВТПУ;

е) закономерности тепло-массообмена в реакторах ВТПУ;

ж) пути повышения эффективности использования топлива, регенерации тепловых отходов и использования вторичных энергоресурсов в ВТПУ.

2) Уметь:

а) составлять материальные, тепловые и энергетические балансы топочных и технологических процессов;

б) рассчитывать энергетический КПД реакторов и печей ВТПУ

3) Владеть:

а) методиками расчета процессов горения топлива, конструктивных и поверочных расчетов теплообменной аппаратуры, реакторов и трубчатых печей ВТПУ;

б) методиками гидравлических и аэродинамических расчетов змеевиков и трактов реакторов, печей и котлов ВТПУ.

4. Структура и содержание дисциплины "Высокотемпературные процессы и установки"

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Введение. Основные понятия и определения.	7	3				Тест
2	Глава 1. Материальный баланс.	7	8	8		20	Тест, курс. проект
3	Глава 2. Тепловой баланс.	7	12	8		20	Тест, курс. проект
4	Глава 3. Внешний и внутренний тепло- и массообмен в ВТПУ.	7	12	20		30	Тест, курс. проект
5	Глава 4. Промышленные печи.	7	12			10	Тест, курс. проект
6	Глава 5. Расчеты высокотемпературных установок. Энергосбережение в ВТПУ.	7	7	18		28	Тест, курс. проект
			54	54		108	Курс. проект (диф. зачет), экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	ВВЕДЕНИЕ	3	Введение .	Предмет и цели изучения дисциплины. Проблемы энергоэффективности в ВТПУ. Отличительные признаки высокотемпературных процессов. Основные определения: технология, теплотехнология, теплотехнологический процесс, теплотехнологический реактор, теплотехнологическая установка, теплотехнологическая система, теплотехнологический комплекс, комбинированная система	ПК-1

1	2	3	4	5	6
2	Глава 1. Материальный баланс (МБ).	2	Классификация МБ	Отличительные особенности теоретического и практического МБ. МБ для компонентов, для веществ и химических элементов. Примеры составления МБ различных видов	ПК-1
3	Глава 1. Материальный баланс (МБ).	2	МБ в зависимости от разновидности процесса и постановки задачи	МБ для идеальных, равновесных (с образованием продуктов процесса различного типа: идеальные, реальные газы и их смеси, идеальные и реальные растворы и многофазная система) и неравновесных (в том числе для разных постановок задачи) процессов.	ПК-1
4	Глава 1. Материальный баланс (МБ).	2	Материальные балансы технологических аппаратов.	Различие в подходах составления МБ для аппаратов в которых реализуются только физические процессы и осложненные химическими превращениями.	ПК1, ПК2
5	Глава 1. Материальный баланс (МБ).	2	Примеры составления МБ	Материальные балансы для химико-технологических процессов на примере печи для сжигания серы и контактного аппарата окисления метилового спирта.	ПК1, ПК2
6	Глава 2. Тепловой баланс (ТБ).	4	Общие положения. Общий подход к составлению ТБ.	Назначение ТБ. Формы представления ТБ. Последовательность статей ТБ: физическое тепло, вводимое и выводимое из аппарата (процесса), рассчитанное на основе МБ; тепловые эффекты физических и химических превращений (при наличии); энергия подводимая извне и тепловые потери в процессе (аппарате)	ПК1
7	Глава 2. Тепловой баланс (ТБ).	4	Расчеты тепловых эффектов физических и химических превращений.	Разновидности физических процессов, сопровождаемых тепловыми эффектами (выделение и поглощение тепла). Учет температуры при протекании процессов. Расчет тепловых эффектов химических превращений при стандартных условиях (закон Гесса) и с учетом условий протекания процесса (уравнение Нернста).	ПК1, ПК2

1	2	3	4	5	6
8	Глава 2. Тепловой баланс (ТБ).	4	Тепловые балансы высокотемпературных процессов и установок.	ТБ ВТПУ в целом. ТБ отдельных элементов ВТПУ: основной – теплотехнологический реактор (ТР), вспомогательные – устройства регенерации, утилизации. ТБ отдельных зон ТР. Использование при составлении ТБ тепловых схем. Примеры составления ТБ ВТПУ различных типов.	ПК1, ПК2
9	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпературных установках	4	Общие положения.	Внутренний и внешний теплообмен. Влияние эффективности теплопереноса на производительность ВТПУ. Виды тепломассообмена и особенности их поведения в ВТПУ (по вкладу в общий перенос энергии). Общие соотношения для расчета отдельных видов тепломассообмена.	ПК1
10	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпературных установках	4	Тепломассообмен в промышленных аппаратах	Общие закономерности и способы описания лучистого, конвективного и смешанного теплообмена в ВТПУ на примерах металлургической, химической и нефтехимической отраслей промышленности. Особенности расчета промышленных печей с использованием органического топлива.	ПК1, ПК2
11	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпературных установках	4	Приближенные методы расчета промышленных печей	Метод ЭНИН. Оценка эффективной температуры излучающего газа. Оценка приведенной степени черноты рабочей камеры. Метод функции интегрального теплопереноса. Отличие в подходе к расчету по сравнению с методом ЭНИН. Метод эквивалентной абсолютной черной поверхности (метод Белокопя).	ПК1, ПК2
12	Глава 4. Промышленные печи	2	Общие положения. Классификация промышленных печей.	Необходимость учета физических и химических превращений. Признаки классификации промышленных печей. Основные процессы, протекающие в промышленных печах. Схема распределения процессов, протекающих в реакторной и топочной частях промышленных печей.	ПК1, ПК2

1	2	3	4	5	6
13	Глава 4. Промышленные печи	2	Основные конструктивные типы печей.	Роторные, шахтные, Подовые, трубчатые, циклонные, ретортные, тигельные печи, печи с «кипящим» слоем, печи специальных типов	ПК1
14	Глава 4. Промышленные печи	4	Технологические процессы, протекающие в печах нефтехимической промышленности.	Разделение технологических процессов переработки углеводородного сырья на первичные и вторичные. Особенности работы нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Разделение высокотемпературных процессов переработки углеводородного сырья на термические и термокаталитические. Примеры термических и термокаталитических процессов.	ПК1
15	Глава 4. Промышленные печи	4	Трубчатые печи.	Назначение и основные характеристики, конструктивные элементы и основные показатели работы трубчатых печей. Классификация и конструкция трубчатых печей, используемых в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Маркировка трубчатых печей.	ПК1
16	Глава 5. Расчеты высокотемпературных установок	2	Тепловой баланс печной установки.	Цели и задачи расчета. Приходные и расходные статьи ТБ. Расчет расхода топлива, необходимого для технологического процесса КПД печной установки.	ПК1, ПК2
17	Глава 5. Расчеты высокотемпературных установок	3	Расчет трубчатой печи на примере процесса пиролиза.	Цели и задачи расчета. Этапы расчета печи: Расчет процесса горения, выбор конструктивной схемы печи, поверочный расчет радиантной камеры, расчет конвективной камеры	ПК1, ПК2
18	Глава 5. Расчеты высокотемпературных установок	2	Расчет трубчатой печи на примере процесса пиролиза.	Гидравлический и аэродинамический расчет. Определение потерь давления, проверка работоспособности печи по технологическому и газовому трактам. Выполнение эскизного проекта печи. Энергосберегающие мероприятия в ВТПУ (при создании новых и анализе действующих печей).	ПК1, ПК2

6. Содержание практических занятий

При проведении практических занятий используются: решение комплексных инженерных задач, разбор конкретных ситуаций в технологических процессах реальных производств.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Формируемые компетенции
1	Глава 1. Материальный баланс (МБ).	2	Примеры расчета материальных балансов: расчет материальных потоков, имеющих место при осуществлении теплотехнологических процессов.	ПК-1, ПК-2
2	Глава 1. Материальный баланс (МБ).	6	Примеры расчета материальных балансов: расчет процесса горения органического топлива; расчет топочного процесса в трубчатых печах с излучающими стенками	ПК1, ПК2
3	Глава 2. Тепловой баланс (ТБ).	2	Примеры расчета тепловых балансов: тепловые потоки, необходимые для проведения теплотехнологического процесса; тепловые схемы.	ПК1, ПК2
4	Глава 2. Тепловой баланс (ТБ).	2	Примеры расчета тепловых балансов: расчет тепловых потоков для осуществления физических процессов и при химических превращениях.	ПК1, ПК2
5	Глава 2. Тепловой баланс (ТБ).	4	Примеры расчета тепловых балансов: расчет тепловых потоков в конвективной и радиантной камерах трубчатой печи	ПК1, ПК2
6	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпературных установках	4	Тепломассообмен в промышленных аппаратах: тепловые расчеты в промышленных аппаратах с преобладанием одного из видов теплообмена: теплопроводность, конвективный или лучистый теплообмен.	ПК1, ПК2
7	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпературных установках	4	Приближенные методы расчета промышленных печей: тепловые расчеты в промышленных аппаратах с соизмеримым вкладом нескольких видов теплообмена: теплопроводность, конвективный или лучистый теплообмен.	ПК1, ПК2
8	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпературных установках	12	Расчет трубчатой печи: расчет радиантной камеры с использованием приближенных методов расчета; сравнительный анализ полученных результатов; расчет конвективной камеры с использованием метода последовательного приближения.	ПК1, ПК2
9	Глава 5. Расчеты высокотемперату	2	Расчет трубчатой печи на примере процесса пиролиза (курсовой проект): Этап 1. Расчет процесса горения газообразного топлива:	ПК1, ПК2

№ п/п	Раздел дисциплины	Час ы	Тема практического занятия	Формиру емые компетен ции
	рных установок		определение низшей теплоты сгорания топлива заданного состава, расчет состава и температуры продуктов сгорания в топочном объеме	
10	Глава 5. Расчеты высокотемпе- ратурных установок	4	Расчет трубчатой печи на примере процесса пиролиза (курсовой проект): Этап 2. Разработка конструктивной схемы печи на основе оптимальных условий протекания технологического процесса пиролиза углеводородов.; определение расхода топлива для полученной схемы печи.	ПК1, ПК2
11	Глава 5. Расчеты высокотемпе- ратурных установок	4	Расчет трубчатой печи на примере процесса пиролиза (курсовой проект): Этап 3. Поверочный расчет радиантной камеры на основе приближенного метода эквивалентной абсолютно черной поверхности (метод Белокопья); определение температуры продуктов сгорания на выходе из камеры.	ПК1, ПК2
12	Глава 5. Расчеты высокотемперат урных установок	4	Расчет трубчатой печи на примере процесса пиролиза (курсовой проект): Этап 4. Расчет конвективной камеры: разработка конструкции конвективной камеры на основе оптимальных скоростей движения сред, поверочный расчет разработанной конструкции.	ПК1, ПК2
13	Глава 5. Расчеты высокотемперат урных установок	2	Расчет трубчатой печи на примере процесса пиролиза (курсовой проект): Этап 5. Расчет потерь давления по технологическому и газовому трактам на трение и местные сопротивления (изменение условий протекания); проверка работоспособности печи по технологическому и газовому трактам.	ПК1, ПК2
14	Глава 5. Расчеты высокотемперат урных установок	2	Расчет трубчатой печи на примере процесса пиролиза (курсовой проект): составление эскизного проекта трубчатой печи для пиролиза углеводородов	ПК1, ПК2

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом не предусмотрены.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Глава 1. Материальный баланс (МБ).	20	Этап 1 курсового проекта. Расчет процесса горения газообразного топлива заданного состава.	ПК1, ПК2
2	Глава 2. Тепловой баланс (ТБ).	20	Этап 2 курсового проекта. Расчет тепловых потоков для нагрева исходных материалов и осуществление технологического процесса (реакция пиролиза).	ПК1, ПК2
3	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпера- турных установках.	10	Этап 2 курсового проекта. Разработка конструктивной схемы трубчатой печи для пиролиза углеводородов на основе оптимальных условий протекания технологического процесса.	ПК1, ПК2
4	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпера- турных установках.	10	Этап 3 курсового проекта. Поверочный расчет радиантной камеры трубчатой печи с использованием приближенных методов расчета (метод Белокопя).	ПК1, ПК2
5	Глава 3. Тепломассообмен в высокотемпера- турных установках.	10	Этап 4 курсового проекта. разработка конструкции конвективной камеры с учетом особенностей технологии. Поверочный расчет конвективной камеры трубчатой печи с использованием методов теории подобия.	ПК1, ПК2
6	Глава 4. Промышленные печи.	10	Проработка теоретического материала. Написание реферата по одному из типов промышленной печи.	ПК1, ПК2
7	Глава 5. Расчеты высокотемпера- турных установок	10	Этап 5 курсового проекта. Расчет гидравлических потерь по технологическому тракту (сырье – продукт).	ПК1, ПК2
8	Глава 5. Расчеты высокотемпера- турных установок	10	Этап 5 курсового проекта. Расчет гидравлических потерь по газовому тракту (топливо – продукты горения).	ПК1, ПК2

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
9	Глава 5. Расчеты высокотемпера- турных установок	8	Этап 5 курсового проекта. Проверка работоспособности разработанной конструкции аппарата. Выполнение эскизного сборочного чертежа трубчатой печи для пиролиза углеводородов	ПК1, ПК2

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины "Высокотемпературные 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.

При изучении указанной дисциплины предусматривается:

- **7 семестр**: проведение текущего тестирования после прохождения отдельных разделов курса (всего 40 тестовых вопросов). За эти виды работ студент может получить количество баллов – от 36 до 60 (см. таблицу). В результате максимальный текущий рейтинг составит 60 баллов. За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
7 семестр			
Тестирование	40 вопросов	36	60
Экзамен		24	40
Итого:		60	100

При изучении дисциплины "Высокотемпературные процессы и установки" предусмотрено выполнение **курсового проекта «Расчет трубчатой печи для пиролиза углеводородов»**. За курсовой проект студент может получить максимум 100 баллов. Для получения положительной оценки за курсовой проект необходимо получить не менее 60 баллов.

Проект оценивается по следующим критериям.

1. Расчет процессов горения: определение низшей теплоты сгорания топлива заданного состава, определение состава продуктов сгорания и максимальной температуры продуктов сгорания в топочной камере. Расчет потребного количества тепла на осуществление технологического процесса пиролиза углеводородов для получения пирогаза заданного состава с

разделением на конвективную и радиантную (реакционную) камеры, определение потребного расхода топливного газа. **12 – 20 баллов.**

2. Разработка конструктивной схемы радиантной камеры на основе оптимальных режимов технологического процесса пиролиза: определение количества потоков, длины змеевика, необходимой для осуществления реакции, оптимальное размещение радиантных труб в рабочем пространстве. **12 – 20 баллов.**

3. Поверочный расчет радиантной камеры с использованием приближенных методов расчета (например, метод эквивалентной абсолютно черной поверхности). Определение температуры продуктов горения на выходе из радиантной камеры. **12 – 20 баллов.**

4. Расчет конвективной камеры: разработка конструкции на основе оптимальных скоростей движения среды в трубах, поверочный тепловой расчет разработанной конструкции с использованием теории подобия. **12 – 20 баллов.**

5. Гидравлический и аэродинамический расчет. Определение гидравлических потерь по технологическому и газовому трактам и проверка работоспособности печи. **6 – 10 баллов.**

6. Оформление курсовой работы (отчета). Соответствие содержания исходным данным, логичность и последовательность расчетов, обоснованность выводов, правильность выполнения эскизного чертежа трубчатой печи и его соответствие проведенным расчетам, правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, соблюдение объема, шрифтов, интервалов и т.д.). **6 – 10 баллов**

Пояснительная записка курсового проекта представляется в печатном виде в формате, предусмотренном ЕСКД. Защита курсового проекта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление курсовой работы и ответы студента во время защиты соответствуют изученному теоретическому материалу, а практическое задание соответствует требованиям к проектированию промышленных печей, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне являются:

- отсутствие ответов или неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя;
- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала.

Оценка курсового проекта

Цифровое и словесное выражение оценки	Выражение в баллах	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
5 (отлично)	От 87 до 100 баллов	Освоен превосходный уровень компетенций ПК-1, ПК-2
4 (хорошо)	От 73 до 87 баллов	Освоен продвинутый уровень компетенций ПК-1, ПК-2
3 (удовлетворительно)	От 60 до 73 баллов	Освоен пороговый уровень компетенций ПК-1, ПК-2

10. 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 «Высокотемпературные процессы и установки» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Курбангалеев, М. С. Высокотемпературные процессы и установки : тексты лекций / М.С. Курбангалеев. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. 112 с.	55 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Бесков С.Д. Технохимические расчеты.: Уч. пособие для химико-технологических вузов.— М.: Высшая школа, 1966.— 520 с.	38 экз. в УНИЦ КНИТУ

2. Исламов М.Ш. Печи химической промышленности. – Л.: Химия, 1975. – 432 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Адельсон С.В. Процессы и аппараты нефтепереработки и нефтехимии. – М.: Гостоптехиздат, 1963. – 370 с.	83 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Ентус Н.Р. Трубчатые печи в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. – М.: Химия, 1987. – 309 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. – М.: Химия, 2017. – 254 с.	http://e.lanbook.com/book/90055
6. Барабанов Н.Л. Высокотемпературный пиролиз углеводородов. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1971. – 68 с..	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
7. Трубчатые печи: Каталог. – М.:ЦИНТИХимнефтемаш, 1990. – 30 с.	3 экз. в ОНТИ УНИЦ КНИТУ
8. Трубчатые печи/ под ред. Ц.А. Бахшияна.– М.: Химия, 1969. – 312 с.	4 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Высокотемпературные процессы и установки» возможно использование электронных источников информации:

- Электронный каталог УНИЦ <http://library.kstu.ru/>
- Электронный каталог УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru/>
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» <http://www.knigafund.ru>
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Лань» <http://e.lanbook.com>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



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 РС АТ и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

13. Образовательные технологии

Лекционные занятия проводятся при помощи проектора в виде презентаций и слайдов. Часть лекционных занятий проводится в интерактивной форме (лекция – беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками)

Практические занятия выполняются в компьютерном классе с использованием пакетов прикладных программ.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Высокотемпературные процессы и установки»
пересмотрена на заседании кафедры Теоретических основ теплотехники

п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__ от __ 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ- чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ
1	№1 от 28.08.2018	нет	нет			