

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 Б1. В.05 «Источники энергии теплотехнологий»

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль подготовки Энергетика теплотехнологий

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХНМ, механический

Кафедра-разработчик рабочей программы Теоретических основ
теплотехники

Курс, семестр 3, 6

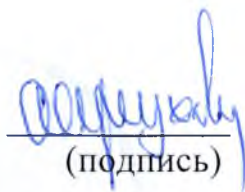
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	72	2
Самостоятельная работа	117	3,25
Форма аттестации экзамен	27	0,75
Всего	252	7

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 143 от 28.02.2018г. по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для профиля «Энергетика теплотехнологий», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

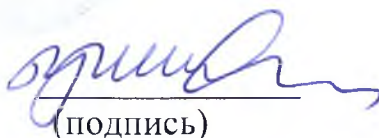
Доцент каф. ТОТ
(должность)


(подпись)

А.А.Мухамадиев
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол № 14 от 27.06.2019 г.

Зав. кафедрой, профессор

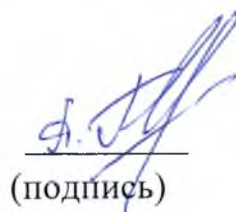

(подпись)

Ф.М.Гумеров
(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 4.07.19 г. № 6.

Председатель комиссии, доцент

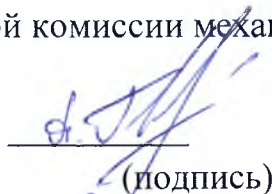

(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

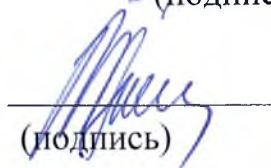
Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 4.07.2019г. № 6

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Источники энергии теплотехнологий» является

- а) теоретическая и практическая подготовка к производственной деятельности;
- б) формирование знаний и умений в области проектирования систем энергоснабжения с привлечением различных источников энергии;
- в) получение знаний о различных видах источников энергии;
- г) научить рассчитывать основные показатели процесса горения;
- д) научить проводить технологическую и теплотехническую экспертизу источников энергии.
- г) приобретение студентом знаний по изучению методов и средств рационального использования ТЭР при производстве, передаче и потреблении тепловой и электрической энергии; повышению эффективности использования котельного и теплогенерирующих установок.
- д) внедрять полученные знания на производстве в процессе практической деятельности на объектах теплоэнергетики.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Источники энергии теплотехнологий» относится к части ООП формируемой участниками образовательных отношений и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, производственно-технологической видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Источники энергии теплотехнологий» бакалавр по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика;
- б) физика;
- в) химия;
- г) общая химическая технология;
- д) техническая термодинамика;
- е) тепломассообмен;

ж) введение в специальность.

Дисциплина «Источники энергии теплотехнологий» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- 1) теплотехнологические комплексы и безотходные системы;
- 2) высокотемпературные процессы и установки.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Источники энергии теплотехнологий» могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик и при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

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) классификацию источников энергии;
 - б) основные теплотехнические характеристики органического топлива;
 - в) основные показатели процесса горения;
 - г) основы теории горения твердого, жидкого и газового топлива;
 - д) устройство и принцип действия устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив;
 - е) принципы преобразования электрической энергии в теплоту;
 - ж) виды ВЭР и методы применения их в теплотехнологиях;

2) Уметь:

- а) выполнять пересчеты состава топлива и рассчитывать теплоту сгорания различных топлив;
- б) определять количество окислителя необходимого для сжигания топлива;
- в) рассчитывать количество продуктов полного и неполного горения;
- г) составлять материальные и тепловые балансы процессов горения;
- д) проводить анализ источников энергии по различным критериям;
- е) определять уровень технологического, энергетического и экологического совершенства энергоиспользующего теплотехнологического оборудования.

2) Владеть:

- а) навыками оформления, представления и доклада результатов выполненной работы, аргументации собственного мнения и ведения дискуссии по профессиональной тематике;
- б) навыками поиска информации о свойствах рабочих сред, используемых в теплоэнергетике;
- в) навыками проведения расчетов свойств энергоносителей, используемых в технологических процессах;
- г) принципами рационального управления технологическими процессами в профессиональной сфере.

4. Структура и содержание дисциплины «Источники энергии теплотехнологий».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекц ия	Практи- ческие занятия	Лаборатор ные работы	СРС	
1	Раздел 1. Государственная политика в области производства энергии.	6	3	-	-	-	Тестирование
2	Раздел 2. Основные теплотехнические характеристики органического топлива.	6	6	20	-	-	контрольные задачи, тестирование
3	Раздел 3. Основные показатели процесса горения.	6	12	42	-	117	Тестирование, контрольные задачи, расчетно- графические работы
4	Раздел 4. Виды органического топлива.	6	3	-	-	-	Тестирование.
5	Раздел 5. Основы теории горения.	6	8	6	-	-	Тестирование.
6	Раздел 6. Преобразование электроэнергии в теплоту. ВЭР как источники энергии	6	4	4	-	-	Тестирование

	ИТОГО		36	72		117	Экзамен 27

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часть	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Раздел 1. Государственная политика в области производства энергии.	1	Введение Производство и потребление энергии в мире и в России.	Основные мировые тенденции, проблемы производства и потребления энергии. Производство и потребление энергии в России. Основные причины энергоёмкости ВВП России.	ПК-1.1
2		2	Тема 1. Определение предмета. Основные термины и определения. Классификация источников энергии.	Проблемы энергетической политики РФ в современных условиях. Основные понятия о теплотехнологическом процессе. Классификация источников энергии теплотехнологии. Органическое топливо один из основных источников энергии в теплотехнологии.	ПК-1.1
3	Раздел 2. Основные теплотехнические характеристики органического топлива.	2	Тема 2. Состав топлива. Зола и влага топлива	Общие сведения об органическом топливе и его классификация. Основные теплотехнические характеристики органического топлива. Состав рабочей, аналитической, сухой, сухой беззольной и органической масс топлива. Пересчет заданного состава в любой другой. Особенности пересчета состава карбонатных топлив. Влияние состава на качество топлива. Зола топлива и характеристики плавления золы. Внешняя и внутренняя влага топлива. Коллоидная и кристаллогидратная влага топлива.	ПК-1.1 ПК-1.2
4		2	Тема 3. Летучие вещества и кокс твердого топлива. Теплота сгорания топлива.	Летучие вещества и кокс топлива. Средние показатели по выходу летучих веществ и температуры начала выхода летучих веществ. Классификация каменных углей по выходу летучих веществ и коксовому остатку. Теплота сгорания топлива. Высшая и низшая теплота сгорания и связь между ними. Определение теплоты сгорания твердого, жидкого и газового топлива. Теплота сгорания смеси топлив.	ПК-1.2 ПК-1.3

5		2	Тема 4. Условное топливо и приведенные характеристики топлива. Плотность и теплоёмкость топлива.	Условное топливо и тепловой эквивалент топлива. Приведенные влажность, зольность и сернистость топлива. Сравнение топлив по приведенным показателям. Теплотехнические характеристики топлив. Плотность твердого, жидкого и газового топлива. Теплоёмкость топлив.	ПК-1.2 ПК-1.3
6	Раздел 3. Основные показатели процесса горения.	4	Тема 5. Теоретический расход окислителя.	Теоретический расход окислителя. Основные реакции окисления: углерода, водорода, серы, предельных и непредельных углеводородов, сероводорода и окси углерода. Расчет расхода окислителя при сжигании твердого, жидкого и газового топлива в случае использования в качестве окислителя: кислорода, атмосферного воздуха и воздуха, обогащённого кислородом.	ПК-1.2 ПК-1.3
7		2	Тема 6. Теоретический выход продуктов сгорания.	Продукты сгорания топлива. Расчет теоретического количества сухих трехатомных газов, азота и водяного пара в продуктах сгорания при полном сжигании твердого, жидкого и газового топлива. Особенности определения количества сухих трехатомных газов при сжигании карбонатных топлив.	ПК-1.2 ПК-1.3
8		2	Тема 7. Действительный расход окислителя и выход продуктов сгорания. Состав продуктов сгорания.	Действительный расход окислителя и выхода продуктов сгорания. Расчет действительного количества окислителя при сжигании различных топлив при различных коэффициентах расхода окислителя. Расчет действительного выхода продуктов сгорания при сжигании твердого, жидкого и газового топлива. Определение состава продуктов сгорания.	ПК-1.2 ПК-1.3
9		2	Тема 8. Основное уравнение горения. Коэффициент расхода окислителя.	Основное уравнение полного и неполного горения. Баланс кислорода при горении. Расчетное определение содержания СО в продуктах сгорания. Коэффициент расхода окислителя. Азотная и кислородная формулы. Методика приближенного определения коэффициента расхода окислителя на основе газового анализа продуктов сгорания.	ПК-1.2 ПК-1.3
10		2	Тема 9. Температуры	Температурные характеристики процесса горения. Расчет	ПК-1.2 ПК-1.3

			горения. Диссоциация продуктов горения.	калориметрической температуры горения, жаропроизводительности и теоретической температуры горения. Диссоциация продуктов горения, действительная температура горения и методы её определения.	
11	Раздел 4. Виды органического топлива.	3	Тема 10. Виды органического топлива.	Виды органических топлив. Естественное и искусственное твёрдое топливо. Жидкое топливо. Природное и искусственное газовое топливо. Классификация и области применения их в теплотехнологии.	ПК-1.1 ПК-1.2
12	Раздел 5. Основы теории горения.	4	Тема 11. Физико- химические основы теории горения.	Физико-химические основы теории горения. Кинетика химических реакций. Химическое равновесие реакций горения. Закон действующих масс. Подвижность равновесия химических реакций. Принцип Ле- Шателье. Скорость химических реакций. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Закон Аррениуса. Энергия активации. Влияние давления на скорость химической реакции. Зависимость скорости химической реакции от состава газовой смеси при постоянном давлении и температуры.	ПК-1.2 ПК-1.3
13		4	Тема 12. Горение твердого, жидкого и газового топлива.	Горение твердого, жидкого и газового топлива. Самовоспламенение и сжигание горючей смеси. Нижняя и верхняя концентрационная граница зажигания. Горение твердого, жидкого и газового топлива. Нормальная скорость распространения пламени. Смесеобразование. Турбулентное горение однородной газовой смеси. Ламинарное диффузионное горение газов.	ПК-1.2 ПК-1.3
14	Раздел 6. Преобразова ние электроэнерг ии в теплоту. ВЭР как источники энергии.	4	Тема 13. Преобразование электроэнергии в теплоту. ВЭР как источники энергии.	Преобразование электроэнергии в теплоту. Способы преобразования электрической энергии в теплоту и области их применения. Резистивные дуговые и плазменные способы преобразования электрической энергии в теплоту. Выделение теплоты в обрабатываемом материале за счет бомбардировки его потоком	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

			электронов. ВЭР как источники энергии. ВЭР избыточного давления, топливные и тепловые ВЭР. Принципы выбора источника энергии для теплотехнологического процесса.	
--	--	--	--	--

6. Содержание практических занятий с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Раздел 2. Основные теплотехнические характеристики органического топлива.	4	Тема 2. Состав топлива. Зола и влага топлива	Решение задач по представленной теме. Состав рабочей, аналитической, сухой, сухой беззольной и органической масс топлива. Пересчет заданного состава в любой другой. Пересчет состава карбонатных топлив. Расчет состава смеси двух твердых, двух жидких и условной смеси твердого и газового топлив	ПК-1.1 ПК-1.2
2		10	Тема 3. Летучие вещества и кокс твердого топлива. Теплота сгорания топлива.	Решение задач по представленной теме. Теплота сгорания топлива. Расчеты высшей и низшей теплоты сгорания и связь между ними. Определение теплоты сгорания твердого, жидкого и газового топлива. Расчет теплоты сгорания смеси топлив.	ПК-1.2 ПК-1.3
3		6	Тема 4. Условное топливо и приведенные характеристики топлива. Плотность и теплоёмкость топлива.	Решение задач по представленной теме. Условное топливо и тепловой эквивалент топлива. Расчеты приведенной влажности, зольности и сернистости топлива. Сравнение топлив по приведенным показателям. Теплотехнические характеристики топлив. Расчетное определение плотности твердого, жидкого и газового топлива. Решение задач на определение теплоёмкости топлив.	ПК-1.2 ПК-1.3
4	Раздел 3. Основные показатели и процесса горения.	6	Тема 5. Теоретический расход окислителя.	Решение задач по представленной теме. Расчет теоретического расхода окислителя. Расчет расхода окислителя при сжигании твердого, жидкого и газового топлива в случае использования в качестве окислителя: кислорода, атмосферного воздуха и воздуха, обогащённого кислородом.	ПК-1.2 ПК-1.3
5		8	Тема 6. Теоретический выход продуктов сгорания.	Решение задач по представленной теме. Расчет теоретического количества сухих трехатомных газов, азота и водяного в продуктах сгорания при полном сжигании твердого, жидкого и газового топлива.	ПК-1.2 ПК-1.3

				Особенности определения количества сухих трехатомных газов при сжигании карбонатных топлив.	
6		10	Тема 7. Действительный расход окислителя и выход продуктов сгорания. Состав продуктов сгорания.	Решение задач по представленной теме. Расчеты действительного количества окислителя при сжигании различных топлив при различных коэффициентах расхода окислителя. Расчеты действительного выхода продуктов сгорания при сжигании твердого, жидкого и газового топлива. Определение состава продуктов сгорания.	ПК-1.2 ПК-1.3
7		10	Тема 8. Основное уравнение горения. Коэффициент расхода окислителя.	Решение задач по представленной теме. Основное уравнение полного и неполного горения. Баланс кислорода при горении. Расчетное определение содержания СО в продуктах сгорания. Коэффициент расхода окислителя. Азотная и кислородная формулы.	ПК-1.2 ПК-1.3
8		8	Тема 9. Температуры горения. Диссоциация продуктов горения.	Решение задач по представленной теме. Расчет температуры горения. Расчет калориметрической и теоретической температуры горения. Диссоциация продуктов горения, действительная температура горения и методы её определения.	ПК-1.2 ПК-1.3
9	Раздел 5. Основы теории горения.	6	Тема 12. Горение твердого, жидкого и газового топлива.	Решение задач по представленной теме. Составление материальных и тепловых балансов установки для производства газового теплоносителя заданного расхода и заданной температуры.	ПК-1.2 ПК-1.3
10	Раздел 6. Преобразование электроэнергии в теплоту. ВЭР как источники энергии.	4	Тема 13. Преобразование электроэнергии в теплоту. ВЭР как источники энергии.	Решение задач по представленной теме. Преобразование электроэнергии в теплоту. Резистивные дуговые и плазменные способы преобразования электрической энергии в теплоту. Защита расчетно-графической работы.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

не предусмотрено учебным планом

8. Самостоятельная работа бакалавра

Темы, выносимые на самостоятельную	Часы	Форма СРС	Формируемые
------------------------------------	------	-----------	-------------

работу			компетенции
Раздел 3. Основные показатели процесса горения. Тема 5. Теоретический расход окислителя.	10	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 6. Теоретический выход продуктов сгорания.	32	Составление материальных и тепловых балансов процесса полного горения в установке для получения газового теплоносителя заданного расхода и температуры.	ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 7. Действительный расход окислителя и выход продуктов сгорания. Состав продуктов сгорания.	32	Изучение лекционного материала. Составление материальных и тепловых балансов процесса полного горения в установке для получения газового теплоносителя заданного расхода и температуры.	ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 8. Основное уравнение горения. Коэффициент расхода окислителя.	30	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы. составления отчёта по практическим занятиям	ПК-1.2 ПК-1.3
Раздел 3. Тема 9. Температуры горения. Диссоциация продуктов горения.	13	Изучение лекционного материала и защита расчетно-графической работы.	ПК-1.2 ПК-1.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Источники энергии теплотехнологий» 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 решение задач, выполнение расчетно-графической работы с оформлением отчёта. За эти работы студент может получить максимальное количество баллов – 60. 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.

Вид задания	Кол-во	Минимально баллов	Максимально баллов
Расчётно-графические работы	2	24	40

Тестирование	1	3	5
Контрольные задачи	1	9	15
Экзамен	1	24	40
ИТОГО		60	100

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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Источники энергии теплотехнологий»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Источники энергии теплотехнологий» в качестве основных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Дьяконов, В.Г. Основы теплопередачи и массообмена: учеб. пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лончаков; Казанский нац. исслед. технол. ун-т.— Казань: Изд-во КНИТУ, 2015 — 242, [2] с.	156 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Горение органического топлива: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 390 с.	ЭБС «Znanium.com»: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441989 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Теория горения и взрыв: учебное пособие / Шапоров М.Н. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. - 92 с.	ЭБС «Znanium.com»: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=634919 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

4. Теория горения и взрыва: практикум: Учебное пособие / В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева. - 2 изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с	ЭБС «Znanium.com»: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=489498 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
---	--

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Дроздова, Т.И. Теория горения и взрыва [Учебники]: учеб. пособие / Иркутский гос. техн. ун-т.--- Иркутск, 2013. 224 с.: ил.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Афанасьев В.В., Кидин П.И. Диагностика и управление устойчивостью горения в камерах сгорания энергетических установок. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 176 с.	ЭБС «Консультант студента»: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109642.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Гасилов, В.С. Теория горения и взрыва. Расчет параметров воздушной ударной волны при взрыве горючих веществ: метод. указ. к практ. занятию / Казан. нац. исслед. технол. ун-т [и др.]— Казань: КНИТУ, 2011 - 16 с.: ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/Gasilov-teoriya.pdf Доступ с IP-адресов КНИТУ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Источники энергии теплотехнологий» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.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. ЭБС «Консультант студента»- Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>
7. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>

Согласовано:
УНИЦ КНИТУ



11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Научная электронная библиотека. Доступ свободный: www.elibrary.ru
2. Доступ к научным публикациям. <https://www.sciencedirect.com>

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 используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

1. Лекционные занятия:
 - a. комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов
2. Лабораторные работы:
 - a. лаборатория А-23 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование процессов с влажным воздухом, измерение теплоемкости воздуха, исследование PV - диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса), исследование кривой насыщения водяного пара.
 - b. лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 10 компьютерами.
 - c. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде.
 - d. результаты расчетов оформляются на принтере.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

а) лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 10 компьютерами, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины

1. Microsoft Office.
2. Mathcad 15.1
3. Mathlab R2018b

13. Образовательные технологии

Учебным планом не предусмотрено проведение занятий в интерактивной форме. Возможно проведение лекционных занятий при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.