

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

«10.» 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.19 Теплотехника

Специальность 21.05.04 «Горное дело»

Специализация: № 7 Взрывное дело

Квалификация (степень) выпускника горный инженер (специалист)

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХТИ, Ф ЭМИ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ

Курс, семестр 3 курс. 5 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия		
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	Экзамен, 36	1,0
Всего	144	4

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1298 от 17.10.2016 года по специальности 21.05.04 «Горное дело» для специализации: №7 Взрывное дело на основании учебного плана набора обучающихся 2018 года, 2017 года.

Разработчик программы:

доцент каф. ТОТ
(должность)


(подпись)

М.С. Курбангалеев
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ,
протокол № 1 от 28.08 2018 г.

Зав. кафедрой, проф.


(подпись)

Ф.М. Гумеров
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ № 8 от 12.09.2018 г.

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

В.Я. Базотов
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета
№ 7 от 03.09 2018 г.

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теплотехника» являются:

- а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых и холодильных машин, тепло- и парогенераторов.
- б) подготовка специалистов, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификация и оптимизация современных энерготехнологических процессов
- в) на базе термодинамики и теплопередачи с привлечением некоторых других фундаментальных дисциплин осуществляется расчет и проектирование всех тепловых двигателей – паровых и газовых турбин, реактивных и ракетных двигателей внутреннего сгорания, а также всевозможного технологического оборудования, как-то: холодильных машин, сушильных, ожигательных, энерготехнологических и других установок.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теплотехника» относится к дисциплинам *базовой* части ООП и формирует у горных инженеров (специалистов) по специальности 21.05.04 «Горное дело» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения *производственно-технологического, организационно-управленческого, научно-исследовательского, проектного* вида деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Теплотехника» *горный инженер (специалист)* по специальности 21.05.04 «Горное дело» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика;
- б) Физика.

Дисциплина «Теплотехника» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Методы и средства изучения быстропротекающих процессов;
- б) Аэрология горных предприятий.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теплотехника» могут быть использованы при выполнении *выпускных квалификационных работ* по специальности 21.05.04 «Горное дело».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. (ОПК-9) владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений;

2. (ПК-14) готовностью участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов;

3. (ПК-17) готовностью использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов;

4. (ПК-20) умением разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и других нормативных документов промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ;

4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;

б) схемы и циклы тепловых машин и холодильных установок, их КПД;

в) принципы оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости». Принципы, связанные с входом и выходом энергоносителей. Принципы регенерации и интеграции;

г) основные законы переноса тепла и массы;

д) методы расчета теплообменных аппаратов.

2) Уметь:

а) определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладагентов и других веществ;

б) пользоваться первым и вторым законами термодинамики;

в) пользоваться справочной литературой, диаграммами.

3) Владеть:

- а) термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии;
- б) основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Теплотехника»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	5	1	-	-	2	Тест
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	5	1,5	-	4	6	Лабораторные работы, тест, контрольные задачи
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	5	1,5	-	-	10	Тест, расчетно-графическая работа, контрольные задачи
4	Тема 4. Второй закон термодинамики.	5	2	-	-	2	Тест, контрольные задачи
5	Тема 5. Реальные газы.	5	2	-	8	12	Лабораторные работы, тест
6	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвективного переноса.	5	2	-	10	4	Лабораторные работы, тест
7	Тема 7. Стационарная теплопроводность и теплопередача в твердых телах. Конвективный тепломассообмен.	5	2	-	-	4	Тест
8	Тема 8. Теория подобия для расчета процессов переноса.	5	2	-	-	14	Тест, расчетно-графическая работа, контрольные задачи

9	Тема 9. Теплообмен излучением.	5	1	-	5	4	Лабораторные работы, тест, контрольные задачи
	Тема 10. Теплообменные аппараты.	5	3	-	-	5	Тест
	ИТОГО		18	-	27	63	<i>Экзамен 36</i>

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	1	Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.	Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические процессы: равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые. Изображение термодинамических процессов в pV -диаграмме	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	1,5	Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энтальпии.	Сущность первого закона термодинамики, формулировки и аналитические выражения. Работа проталкивания. Техническая и располагаемая работа. Теплоемкость газов Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным	1,5	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ.	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ. Изображение в координатах pV и TS . Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Обобщающее	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

	газом.			значение политропного процесса.	
4	Тема 4. Второй закон термодинамики.	2	Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин.	Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и их свойства. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. (первый и второй интегралы Клаузиуса) Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии изолированной системы. Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Формула Больцмана. Понятие об эксергии, эксергетический баланс и эксергетический к.п.д	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
5	Тема 5. Реальные газы.	2	Свойства реальных газов. Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.	Процессы парообразования в TS координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТСВП и диаграмм hs и $lqr-h$	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
6	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвективного переноса.	2	Основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвективным теплообменом, тепловым излучением.	Дифференциальные уравнения переноса теплоты и массы. Теория конвективного переноса. Ламинарное и турбулентное течение.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
7	Тема 7. Стационарная теплопроводность и теплопередача в твердых телах. Конвективный теплообмен.	2	Теплообмен через ребреные поверхности. Нестационарный теплообмен.	Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки, однослойной и многослойной цилиндрической стенки. Конвективный теплообмен: при внешнем обтекании тел; при внутреннем течении в трубах и каналах; при свободной конвекции; при кипении.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
8	Тема 8. Теория подобия для	2	Уравнения подобия. Уравнения пограничного слоя.	Теоремы подобия. Дифференциальное уравнение движения для двух подобных процессов в относительных	ОПК-9, ПК-14, ПК-17,

	расчета процессов переноса.			величинах. Метод масштабных преобразований	ПК-20
9	Тема 9. Теплообмен излучением.	1	Законы теплового излучения	Законы Планка, смещение Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Спектры излучения. Сложный теплообмен	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
10	Тема 10. Теплообменные аппараты.	3	Теплообменные аппараты. Теплопередача в рекуперативных и регенеративных теплообменниках.	Элементы классификации теплообменных аппаратов, основы расчета. Средний логарифмический температурный напор.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума) – не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Теплотехника» для студентов очной формы обучения в объеме 27 часов.

Цель проведения лабораторных занятий – усвоение лекционного материала, а также выработка студентами умений, связанных с обработкой экспериментальных данных.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Первый закон термодинамики.	4	Измерение теплоемкости воздуха	Теплоемкость газов Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
2	Тема 5. Реальные газы.	8	Исследование процессов с влажным воздухом	Процессы парообразования в p - v и T - S координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
3	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвективного переноса.	10	Исследование теплоотдачи при вынужденном поперечном омывании воздухом нагретой одиночной	Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Тепловой поток. 3 теоремы подобия. Пограничный слой.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

			трубы		
4	Тема 9. Теплообмен излучением.	5	Определение степени черноты металлов	Тепловое излучение. Законы излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных и научных лабораторий кафедры «Теоретические основы теплотехники» с использованием лабораторных и исследовательских экспериментальных установок и стендов.

8. Самостоятельная работа горного инженера (специалиста)

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Изучение теоретического (лекционного) материала в течение семестра	15	Проработка теоретического материала	ОПК-9, ПК-14, ПК-20
2	Подготовка к лабораторным работам оформление отчетов	24	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
3	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом»	10	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
4	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет теплообменного аппарата и тепловой изоляции»	14	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Теплотехника» 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 балльно-рейтинговой системе.

При изучении указанной дисциплины предусматривается:

- проведение тестирования, сдача лабораторных работ, контрольных задач и расчетно-графических работ. 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
Лабораторная работа	4	16	28
Тест	1	3	5
Расчетно-графическая работа	2	14	22
Контрольные задачи	1	3	5
Экзамен		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. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Теплотехника»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Теплотехника» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача [Учебники]: учеб. пособие для неэнергет. спец. вузов / В.В. Нащокин. — 4-е изд., стереотип. — М.: Аз-book, 2008. — 470 с. : ил., табл.	988 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Дьяконов В.Г. Основы теплопередачи и массообмена [Учебники]: учеб. пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лонцаков ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2015. — 242, [2] с. : ил.	157 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Амирханов Д.Г. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т; Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов. — Казань: КНИТУ, 2014. — 264 с.: ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tekhnicheskaya.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Курбангалеев М.С. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / М.С. Курбангалеев, А.А. Мухамадиев, И.Х. Хайруллин ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. — 60 с. : ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tekhnicheskaya_termodinamika_MU.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
2. Нарышкин Д. Г. Химическая термодинамика с Mathcad. Расчетные задачи : Учебное пособие. — 1. — Москва ; Москва : Издательский Центр РИОР : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. — 199 с.	ЭБС «znanium.com» http://znanium.com/go.php?id=503896 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Гинзбург В.Л. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная	ЭБС «Консультант студента»

физика / Гинзбург В.Л. ; Левин Л.М. ; Сивухин Д.В. ; Яковлев И.А. — Moscow : Физматлит, 2006 .— Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс] / Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д. В., Яковлев И.А.; Под ред. Д. В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106031.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
---	---

11.3 Электронные источники информации

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

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
4. ЭБС «znanium.com» - Режим доступа: www.znanium.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 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-36 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование процессов конвективного теплообмена при вынужденной, свободной конвекции, пузырьковом кипении, исследование лучистого теплообмена, исследование процессов теплопередачи в теплообменных аппаратах;
- c. лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 8 компьютерами,
- d. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,
- e. результаты расчетов оформляются на принтере.

13. Образовательные технологии

Проведение занятий по дисциплине «Теплотехника» в интерактивной форме учебным планом не предусмотрено.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Теплотехника»

(Наименование дисциплины)

по направлению 21.05.04 «Горное дело»

(шифр) (Название)

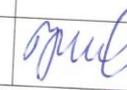
для профиля «Взрывное дело»

для набора обучающихся 2019 г.

форма обучения очная

пересмотрена на заседании кафедры « Теоретических основ теплотехники»

(Наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__ от __ 20__ г.)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Курбангалеев М.С	Подпись заведующего кафедрой Гумеров Ф.М.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
1	№ 14 от 27/06/2019	Есть *	Нет			

* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<http://www.elybrary.ru>

Внесены изменения в пункт «материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)»

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «теплотехника»

MS Office