

Программу составил(и):

-, *ст.преп., Высотин Николай Геннадьевич*

Рабочая программа

Горная теплофизика

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, 21.05.04-СГД-22-6з.plx Подземное строительство, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, Подземное строительство, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Винников Владимир Александрович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Обеспечить студентов комплексом знаний, необходимых для усвоения разделов специальных дисциплин горного профиля, связанных с термодинамическими процессами горного производства, понимания физической сущности технологических процессов при добыче и переработки полезных ископаемых и процессов, протекающих в горных породах и массивах при использовании тепловых воздействий и применения полученных знаний для совершенствования процессов добычи и переработки полезных ископаемых и улучшения условий труда и повышения безопасности ведения горных и горно-строительных работ
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:	ФТД
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физика горных пород
2.1.2	Электротехника и электроника
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	ВИМ-технологии при добыче полезных ископаемых
2.2.2	Механика подземных сооружений
2.2.3	Модели и методы геомеханических расчетов
2.2.4	Моделирование геомеханических процессов
2.2.5	Подземная урбанистика
2.2.6	Экологическая безопасность подземного строительства
2.2.7	Моделирование и расчет подземных сооружений
2.2.8	Организация информационного проектирования подземного строительства
2.2.9	Основы архитектуры и строительных конструкций
2.2.10	Реконструкция горных предприятий
2.2.11	Деловая презентационная графика
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.13	Преддипломная практика
2.2.14	Экономика подземного строительства

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способен применять полученные знания, в том числе междисциплинарные, для решения производственных задач при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов	
Знать:	
ПК-4-33	Знать основы процессов теплообмена, технологий и конструкций технических средств, реализующих соответствующие термодинамические процессы горного производства
ПК-4-32	Знать характер влияния свойств разрабатываемых горных пород и параметров теплового воздействия на них на показатели технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых
ПК-4-31	Знать взаимосвязи между термодинамическими процессами горного производства и технологическими процессами добычи и переработки полезных ископаемых
Уметь:	
ПК-4-У2	Уметь ставить задачи для повышения эффективности термодинамических процессов горного производства, обеспечивающих повышение эффективности горных работ
ПК-4-У1	Уметь оценивать влияние термодинамических процессов на технологические процессы добычи и переработки полезных ископаемых
Владеть:	
ПК-4-В3	Владеть способами повышения эффективности термодинамических процессов горного производства положительно влияющих на качество добываемого минерального сырья, продуктов их переработки и повышения безопасности горных и горно-строительных работ
ПК-4-В2	Владеть терминологией в области термодинамики, теории тепло- и массо-обмена, процессов получения энергии и её обмена в термодинамических процессах горного производства, математическим аппаратом, обеспечивающим возможность расчётов соответствующих свойств и параметров термодинамических процессов, навыками работы с необходимой справочной литературой и современными вычислительными средствами
ПК-4-В1	Владеть основными методами анализа эффективности термодинамических процессов горного производства с учётом конкретных условий ведения горных работ

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Основы технической термодинамики и тепло- и массообмена в процессах горного производства							
1.1	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Основы расчёта нестационарных температурных полей при граничных условиях 1-го, 2-го, 3-го и 4-го родов в телах простой геометрической формы. Стационарная теплопроводность однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок при граничных условиях 1-го рода. Теплопередача через однослойные и многослойные плоские, и цилиндрические стенки. Тепловая изоляция. Пути интенсификации процессов теплообмена /Лек/	4	2		Л1.2 Л1.7 Э1 Э2	Лекции проводятся в любой специализированной аудитории, оборудованной компьютерной техникой и техническим и средствами обучения		
1.2	Истинные и средние теплоёмкости веществ. Методы их расчёта для многокомпонентных веществ. Расчёт параметров нагрева и охлаждения рассматриваемых систем. Показатель адиабаты газов и их смесей. Внутренняя энергия термодинамических систем. Работа деформирования. Энтальпия. Энтропия. Законы термодинамики. Необходимые условия работы тепловых машин /Лек/	4	2		Э1 Э2	Лекции проводятся в любой специализированной аудитории, оборудованной компьютерной техникой и техническим и средствами обучения		
1.3	Расчёт основных показателей кондуктивного, конвективного и лучистого теплообменов при движении теплоносителя в цилиндрически каналах /Пр/	4	2		Л1.3Л2.1 Э1 Э2	Практические занятия проводятся в специализированной аудитории, оборудованной компьютерами и техническим и средствами обучения в соответствии с разделом МТО		Р3,Р4

	Раздел 2. Физические основы термодинамических процессов горного производства							
2.1	Формирование теплового режима горных выработок и подземных сооружений. Источники тепла. Основные закономерности изменения температуры рудничного воздуха при его движении по горным выработкам. Системы регулирования теплового режима горных выработок. /Ср/	4	4	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.6 Э1 Э2	Лекции проводятся в любой специализированной аудитории, оборудованной компьютерной техникой и техническим и средствами обучения		
2.2	Расчёт тепловыделений в горных выработках местными источниками тепла. Расчёт основных показателей теплообмена в сухих и влажных горных выработках при движении в них воздушных потоков. Принципы расчёта температуры воздушного потока на выходе из горных выработок /Ср/	4	3	ПК-4-У1 ПК-4-В2 ПК-4-В3	Л1.8Л2.1 Э1 Э2	Практические занятия проводятся в специализированной аудитории, оборудованной компьютерами и техническим и средствами обучения в соответствии с разделом МТО		
2.3	Физико-химические основы процесса газификации угля. Поточный метод подземной газификации угля в угольном канале. Основные закономерности формирования состава и температуры продуктов газификации угля и оценки материального и теплового балансов газификации угля в нём. Показатели энергетической эффективности процесса подземной газификации угля и перспективы его развития /Ср/	4	3	ПК-4-32 ПК-4-33	Л1.6 Э1 Э2	Лекции проводятся в любой специализированной аудитории, оборудованной компьютерной техникой и техническим и средствами обучения		

2.4	Расчёт основных показателей теплового и материального балансов процессов сжигания и газификации угля в подземных условиях /Ср/	4	4	ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л2.1 Э1 Э2	Практические занятия проводятся в специализированной аудитории, оборудованной компьютерами и техническими средствами обучения в соответствии с разделом МТО		
2.5	Физические основы разрушения горных пород при тепловом воздействии. Условия поверхностного хрупкого термического разрушения горных пород в процессах бурения и расширения шпуров и скважин. Методы расчёта основных показателей. Термическое бурение мёрзлых связных и рыхлых горных пород. Физические основы процессов разрушения в режимах хрупкого разрушения и оттаивания с последующей абляцией. Методы расчёта основных показателей /Ср/	4	8	ПК-4-32 ПК-4-33	Л1.6 Э1 Э2	Лекции проводятся в любой специализированной аудитории, оборудованной компьютерной техникой и техническими средствами обучения		
2.6	Расчёт параметров термического бурения и разбухания взрывных скважин при использовании воздушно-огнеструйных термоинструментов. Оценка влияния вида горючего (дизельное топливо, природный и сжиженный газы) на величину объёмных расходов воздуха и высокотемпературных продуктов сгорания у воздушно-огнеструйных термоинструментов разной тепловой мощности /Пр/	4	2	ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.4 Э1 Э2	Практические занятия проводятся в специализированной аудитории, оборудованной компьютерами и техническими средствами обучения в соответствии с разделом МТО		Р5,Р6

2.7	<p>Проработать самостоятельно материал и подготовить реферат на тему "Проблемы разработки рыхлых и связанных горных пород в период отрицательных температур и способы предотвращения сезонного промерзания разрабатываемых пород".</p> <p>Подготовка к контрольным работам № 1, № 2, №3: Контрольная работа № 1. Определить средние по длине горной выработки коэффициент массоотдачи (массообмена) и приведённый коэффициент теплоотдачи между стенками выработки и движущимся в ней воздушным потоком. Контрольная работа № 2. Определить массовый расход продуктов сгорания у воздушно-огнеструйного термоинструмента необходимой тепловой мощности при использовании заданного вида горючего. Контрольная работа № 3. Определить расход тепла на испарение 1 кг влаги (воды) в сушильной камере теоретической сушилки и изменение относительной влажности воздуха на выходе из нагревателя относительно таковой на входе в нагреватель, при заданных параметрах процесса сушки продуктов переработки горных пород.</p> <p>Выполнение расчётных домашних заданий №1, №2, №3: Домашнее задание № 1. Определить степень взрывоопасности метано-воздушной смеси с заданным коэффициентом избытка воздуха. Домашнее задание № 2. Определить параметры сушки ископаемого угля с заданными параметрами содержания влаги. /Ср/</p>	4	42	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-4-В3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Э1 Э2	<p>При самостоятельной работе рекомендуется использовать дополнительную литературы, имеющейся на кафедре и найденной в Интернете. защита рефератов не предусмотрена.</p> <p>Контрольные работы выполняются студентами на практических занятиях в течение указанного периода времени. Для контроля качества усвоения студентами теоретического материала контрольные работы проводятся через три или четыре недели после усвоения материала по теме контрольной на лекционных и практических занятиях. Темы контрольных доводятся до студентов на первой или второй неделе занятий. Защита контрольных работ осуществляется по согласованному со студентами группы</p>	KM1, KM2, KM3	P1, P2
-----	--	---	----	---	--------------------------------	---	---------------	--------

						расписанию. Темы домашних заданий выдаются студентам на первой или второй недели занятий. Сдача домашних заданий - первая декада последнего месяца занятий. Защита домашних заданий осуществляется по согласованному со студентами группы расписанию.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1	ПК-4-33;ПК-4-У1;ПК-4-В2	Определить средние по длине горной выработки коэффициент массоотдачи (массообмена) и приведённый коэффициент теплоотдачи между стенками выработки и движущимся в ней воздушным потоком.
КМ2	Контрольная работа №2	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У2;ПК-4-В1	Определить массовый расход продуктов сгорания у воздушно-огнеструйного термометра необходимой тепловой мощности при использовании заданного вида горючего.
КМ3	Контрольная работа №3	ПК-4-31;ПК-4-33;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-В2	Определить расход тепла на испарение 1 кг влаги (воды) в сушильной камере теоретической сушилки и изменение относительной влажности воздуха на выходе из нагревателя относительно таковой на входе в нагреватель, при заданных параметрах процесса сушки продуктов переработки горных пород.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Домашнее задание № 1	ПК-4-В3;ПК-4-В2;ПК-4-У1;ПК-4-31	Определить степень взрывоопасности метано-воздушной смеси с заданным коэффициентом избытка воздуха.
Р2	Домашнее задание № 2	ПК-4-33;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-В2;ПК-4-В3	Определить параметры сушки ископаемого угля с заданными параметрами содержания влаги.
Р3	Лабораторная работа №1	ПК-4-33;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-В2	Определение коэффициента теплопроводности горных пород методом стационарного теплового потока

P4	Лабораторная работа №2	ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В2	Исследование влияния влажности горных пород на их коэффициент теплопроводности
P5	Лабораторная работа №3	ПК-4-33;ПК-4-32;ПК-4-31;ПК-4-В1;ПК-4-В2;ПК-4-В3;ПК-4-У2;ПК-4-У1	Оценка высшей и низшей теплоты сгорания углей по данным определения их влажности, зольности и выхода летучих веществ
P6	Лабораторная работа №4	ПК-4-31;ПК-4-В2;ПК-4-В1;ПК-4-В3;ПК-4-У1	Изучение конструкций воздушно-огнеструйных термоинструментов для бурения и расширения и взрывных скважин

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Студент для получения зачёта должен выполнить и защитить все работы по данной дисциплине (контрольные, домашние задания, защита реферата не предусмотрена). В процессе защиты студент должен ответить не только на вопросы по защищаемой работе, но и на ряд вопросов, отражённых в соответствующих индикаторах знаний.

Оценка формируется как среднеарифметическая из оценок за выполненные и защищённые работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Гончаров Л. Г.	Морская артиллерия	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Военно-морское издательство НКВМФ СССР, 1940
Л1.2	Стоянов Н. И., Смирнов С. С., Смирнова А. В.	Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен: учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014
Л1.3	Хашченко А. А., Калиниченко М. Ю., Вислогузов А. Н.	Техническая термодинамика и теплотехника: практикум	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017
Л1.4	Гончаров С. А.	Термическое расширение взрывных скважин на карьерах: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2002
Л1.5	Гончаров С. А., Дремин А. И., Ершов Н. П., Каркашадзе Г. Г.	Ресурсосберегающие процессы разрушения горных пород на карьерах: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2002
Л1.6	Гончаров Степан Алексеевич, Наумов Константин Игоревич	Термодинамические процессы: учебник	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2009
Л1.7	Бахшиева Л. Т., Кондауров Б. П., Захарова А. А., Салтыкова В. С., Захарова А. А.	Техническая термодинамика и теплотехника: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Академия, 2008
Л1.8	Каледина Нина Олеговна, Косарев Виктор Дмитриевич, Кобылкин Александр Сергеевич, др., Каледина Нина Олеговна	Аэрология горных предприятий (N 2680): практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Абрамкин Николай Иванович, Янченко Геннадий Алексеевич	Физико-химическая геотехнология. Процессы сжигания и газификация угля в подземных условиях (N 3467): сб. задач и заданий для практ. занятий и самостоятельной работы	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Термодинамика: формулы и физические величины	http://www.calc.ru/635.html4
Э2	Техническая термодинамика: решение технических задач и контрольных	http://x-term.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MATCAD
П.4	WinRAR

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Л-730	Компьютерный класс	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/ - 1шт/GA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse - 1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel -DH67CF/4Gb/750Gb.-19шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i5 2400 3.10Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb-1шт., компьютер стационарный тип 2 Kraftway Credo KC36 -1шт., ксерокс CANON IR 1210 -1шт., проектор мультимедийный SANYO-PLC-XD2200 -1шт., монитор 19" ACER V193b -1шт., монитор LCD 17 NEC70GX2-1шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER-1шт., комплект учебной мебели
Л-237	Учебная аудитория	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/VGA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse-2шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER - 2шт., весы KERN EG 300-3M -2шт., измеритель E-7-12 -1шт., измеритель E-7-14 -1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb.-1шт., прибор ультразвуковой УК-151м -1шт., принтер Q5927HJ 1320(A4, 12000dpi, 21ppm, USB)-1шт., электропечь SNOL -1шт., прибор УКБ-1М -1шт., машина ИП-6010-100-1 -1шт., машина ИП-6012-1000-1 -1шт., электропечь SNOL -1шт., вакуумный сушильный шкаф, установка для определения линейного коэффициента теплового расширения, прибор для определения теплопроводности ИТП-4, установка для определения коэффициента крепости по М.М.Протодеяконову, установка для определения диэлектрической проницаемости горных пород

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При подготовке к практическим работам необходимо изучить теоретический материал, соответствующий теме занятия. Для

этого использовать лекционный материал и необходимую литературу, указанную в разделах Содержание и Методические указания.

При подготовке к лабораторным работам необходимо изучить методические указания по выполняемой работе и теоретический материал, относящийся к ней. В процессе выполнения работы обучающимся будут заданы соответствующие вопросы, при этом каждый ответ должен быть оценён соответствующей оценкой. Для подготовки использовать лекционный материал и необходимую литературу, указанную в разделах Содержание и Методические указания.

При освоении дисциплины дополнительно использовать подготовленную и имеющуюся на кафедре, но не изданную, следующую литературу:

1. Янченко Г.А. Лабораторные работы по термодинамике и теплотехнике.
2. Янченко Г.А. Горная теплофизика. Основы технической термодинамики. Часть 1.
3. Янченко Г.А. Горная теплофизика. Основы технической термодинамики. Часть 2.