

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра геотехнологии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ И.В. Зоря

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕРМОДИНАМИКА**

21.05.04 - Горное дело

Подземная разработка пластовых месторождений  
Подземная разработка рудных месторождений  
Открытые горные работы  
Электрификация и автоматизация  
горного производства

Квалификация выпускника  
горный инженер (специалист)

Форма обучения  
заочная

Срок обучения 6 лет 1 месяц

Год начала подготовки 2019

Новокузнецк  
2019

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО;
- овладение навыками расчета тепловых параметров горных выработок для выбора вентиляционного оборудования при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Задачами учебной дисциплины являются:

- усвоение основных законов термодинамики, знаний о термодинамических процессах горного производства, теорию самовозгорания углей;
- изучение нормативной документации по тепловому режиму горных выработок; уметь производить тепловой расчет горных выработок и выбирать оборудование для нормализации теплового режима рудничного воздуха;
- развитие умений работать с технической литературой.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по специальности

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам базовой части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по специальности 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Физика;
- Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым дисциплинам:

- Физика горных пород.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**– общепрофессиональные компетенции:**

Код и наименование ОПК	Планируемые результаты обучения
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	Знать: закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива; Уметь: управлять свойствами горных пород и состоянием массива; Владеть: методами анализа свойств горных пород

также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений.	
--	--

### – профессиональные компетенции:

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-2. владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр	Знать: структуру георесурсного потенциала недр; Уметь: рационально и комплексно мыслить; Владеть: методами комплексного освоения георесурсного потенциала недр.
ПК-6 - использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов	Знать: нормативные документы по безопасности и промышленной санитарии; Уметь: использовать нормативные документы по безопасности и промышленной санитарии; Владеть: методами расчета тепловых параметров горных выработок; навыками выбора вентиляционного оборудования.

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение *лекций, практических занятий (семинаров)*. Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

### Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>3 курс</b>
Форма промежуточной аттестации			<b>Экзамен</b>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>4</b>	<b>4</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>2</b>	<b>2</b>
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>2</b>	<b>2</b>

Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	<b>131</b>	<b>131</b>
Контроль, <i>академ. час.</i>	<b>9</b>	<b>9</b>

## Содержание учебной дисциплины

### Раздел 1. Основы термодинамики горных пород

Тема 1. Термодинамические системы и их параметры. Внутренняя энергия и внешняя работа. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы. Энтальпия и энтропия. Второй закон термодинамики. Термодинамическая вероятность. Фазовые переходы в горных породах. Общие сведения о фазовых переходах. Основные уравнения термодинамики фазовых переходов. Основы химической термодинамики. Закон Гесса. Уравнение Кирхгофа.

Тема 2. Тепловые свойства твердых тел. Теплоемкость, тепловое расширение однородных и неоднородных твердых тел, теплопроводность. Изменение свойств горных пород в зависимости от температуры. Тепловое расширение и остаточные температурные деформации в горных породах. Изменение комплексов физических свойств горных пород в зависимости от температуры.

### Раздел 2. Тепломассоперенос

Тема 1. Потоки жидких и газовых теплоносителей. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Основные уравнения процессов течения жидкости и газа. Распространение тепла в горных породах. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Источники тепла. Тепловые режимы.

Тема 2. Теплообмен в горных породах. Критерии подобия в термодинамике. Физический смысл критериев подобия и пределы их изменений. Методы расчета основных параметров тепловых процессов. Виды теплоносителей и теплообмена. Методы расчета параметров нагрева горных пород. Нагрев горных пород по поверхности полуограниченного пространства. Нагрев горных пород по поверхности цилиндрической и сферической полости. Нагрев горных пород в виде шара.

### Раздел 3. Термодинамические процессы горного производства

Тема 1. Тепло земных недр. Термодинамические параметры земной коры. Источники тепла земных недр. Процессы теплопереноса в недрах земли. Использование тепла земных недр. Теплообмен в горных выработках. Требования к тепловому режиму в подземных выработках. Влияние тепловых режимов на процессы ведения подземных горных работ. Коэффициенты теплообмена между поверхностью выработок и рудничным воздухом. Источники тепла в подземных выработках. Методы нормализации тепловых режимов рудничного воздуха.

Тема 2. Промерзание связных пород при открытой разработке. Разработка связных пород в период года с отрицательными температурами. Месячные колебания температуры внешней среды. Замораживание пород при строительстве подземных сооружений и шахт. Принцип

создания ледопородного ограждения. Формирование ледопородного цилиндра. Условия смыкания цилиндров.

Тема 3. Подземная выплавка серы (ПВС). Подземная газификация твердого топлива. Принцип и условия применения ПВС. Тепловой баланс при ПВС. Параметры процесса ПВС. Принцип подземной газификации твердого топлива. Стадии процесса газификации. Условия протекания процесса газификации угля. Термодинамическое разрушение скальных, талых и мерзлых пород. Термическое хрупкое разрушение скальных горных пород. Разрушение талых и мерзлых пород при их разработке и транспортирование. Процессы сушки горной массы. Термодинамические процессы при обогащении полезных ископаемых.

#### Раздел 4. Горные пожары

Самовозгорания угля. Окисление угля. Стадии самовозгорания угля. Обзор теорий самовозгорания угля. Определение стадий эндогенного пожара. Контроль за признаками самовозгорания угля. Профилактика эндогенных пожаров. Борьба с эндогенными пожарами с применением азота и инертной пены. Общие сведения об азоте. Влияние азота и инертной пены на сорбционную способность углей. Оборудование для получения азота и инертной пены.

#### Раздел 5. Тепловой расчет горных выработок.

Тема 1. Тепловой расчет ствола.

Тема 2. Тепловой расчет магистральной горной выработки.

Тема 3. Тепловой расчет подготовительной горной выработки.

Тема 4. Тепловой расчет очистного забоя.

### 5 Перечень тем лекций

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лекций	Трудо- емкость, академ. час.
Раздел 1. Основы термодинамики горных пород	Термодинамические системы и их параметры Тепловые свойства твердых тел	0.5
Раздел 2. Тепломассо перенос	Потоки жидких и газовых теплоносителей Теплообмен в горных породах	0.5
Раздел 3. Термодинамические процессы горного производства	Тепло земных недр Промерзание связных пород при открытой разработке Подземная выплавка серы. Подземная газификация твердого топлива	0.5
Раздел 4. Горные	Самовозгорания угля	0.5

пожары	Борьба с эндогенными пожарами	
<b>ИТОГО</b>		<b>2</b>

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела/ темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудо- емкость, академ. час.
5.1	Тепловой расчет ствола	0.5
5.2	Тепловой расчет магистральной горной выработки	0.5
5.3	Тепловой расчет подготовительной горной выработки	0.5
5.4	Тепловой расчет очистного забоя.	0.5
<b>ИТОГО</b>		<b>2</b>

## 7 Виды самостоятельной работы

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
1-4	<i>Изучение лекционного материала Контрольная работа</i>	65
5	<i>Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе</i>	66
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену.</i>	9
<b>ИТОГО</b>		<b>140</b>

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### а) основная литература:

1. Пучков, Л. А. Геотехнологические способы разработки месторождений : учебник для вузов / Л. А. Пучков, И. И. Шаровар, В. Г. Виткалов - Москва : Горная книга, 2006. - 322 с. - ISBN 5-98672-030-X – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/5-98672-030-X.html> (дата обращения 28.03.2019).

2. Шаровар И. И. Геотехнологические способы разработки пластовых месторождений : учебное пособие для вузов / И. И. Шаровар. – 2-е изд., стер. – Москва : МГГУ, 2002. – 241 с. – (Высшее горное образование).

3. Аренс, В. Ж., Физико-химическая геотехнология : учебное пособие / В. Ж. Аренс - Москва : Горная книга, 2001. - 656 с. - ISBN 5-7418-0003-3 – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741800033.html> (дата обращения 28.03.2019).

### б) дополнительная литература

1. Физико-химическая геотехнология : учебник для вузов / В. Ж. Аренс [и др.] ; под ред. В. Ж. Аренса. – Москва : МГГУ, Горная книга, 2010. – 574 с. : ил. – (Горное образование).

2. Васючков Ю. Ф. Численное моделирование задач геотехнологии при разработке угольных месторождений : учебное пособие для вузов /

Ю. Ф. Васючков, Е. П. Брагин ; под ред. Л. А. Пучкова. – Москва : МГГУ, 2005. – 128 с. : ил. – (Высшее горное образование).

3. Лазченко К. Н. Геотехнологические способы разработки месторождений полезных ископаемых : учебное пособие для вузов / К. Н. Лазченко. – 3-е изд., стер. – Москва : МГГУ, 2002. – 75 с. : ил. – (Высшее горное образование).

4. Скочинский А. А. Рудничные пожары / А. А. Скочинский, В. М. Огиевский. – Москва : Горное дело, 2011. – 375 с. : ил. – (Библиотека горного инженера ; т. 16. Классики горной мысли ; кн. 1).

5. Гончаров С. А. Термодинамические процессы : учебник для вузов / С. А. Гончаров, К. И. Наумов. – Москва : Горная книга, МГГУ, 2009. – 397 с. : ил. – (Физические процессы горного производства).

#### **в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3 Университетская библиотека ONLINE : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 ЭБС ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7 Электронно-библиотечная система elibrary / ООО «РУНЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке.

8 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 – ]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

**г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:** ABBYY FineReader 11, Kaspersky Endpoint Security, AutoCAD 2013, «Программное обеспечение «Руконтекст», 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, ProjectLibre 1.6, Microsoft Windows 7.

#### **д) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

### **9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, в том числе: *учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа (лекций), оборудованную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором; учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской; компьютерной техникой, учебную аудиторию для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 «Горное дело».

Составитель:

старший преподаватель кафедры геотехнологии

Ю.И.Чижик

доцент кафедры геотехнологии к.т.н

П.В.Васильев

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры геотехнологии, протокол № 4 от «04» апреля 2019 г.

Зав. кафедрой геотехнологии д.т.н., проф.

В.Н.Фрянов

Согласована:



Зав. кафедрой открытых  
горных работ и электромеханики к.т.н., доц.

Старший методист  
методического отдела

В.В.Чаплыгин

---

инициалы, фамилия

## Приложение А

### Аннотация рабочей программы дисциплины «ТЕРМОДИНАМИКА» по специальности 21.05.04 - Горное дело

«Подземная разработка пластовых месторождений», «Подземная разработка рудных месторождений», «Открытые горные работы», «Электрификация и автоматизация горного производства»

форма обучения – заочная

#### 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО;

– овладение навыками расчета тепловых параметров горных выработок для выбора вентиляционного оборудования при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Задачами учебной дисциплины являются:

– усвоение основных законов термодинамики, знаний о термодинамических процессах горного производства, теорию самовозгорания углей;

– изучение нормативной документации по тепловому режиму горных выработок; уметь производить тепловой расчет горных выработок и выбирать оборудование для нормализации теплового режима рудничного воздуха;

– развитие умений работать с технической литературой.

#### 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по специальности

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам базовой части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по специальности 21.05.04 - Горное дело.

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;

– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым дисциплинам:

– Физика горных пород.

#### 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование ОПК	Планируемые результаты обучения
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.	Знать: закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива; Уметь: управлять свойствами горных пород и состоянием массива; Владеть: методами анализа свойств горных пород

### – профессиональные компетенции:

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-2. владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр	Знать: : структуру георесурсного потенциала недр; Уметь: рационально и комплексно мыслить; Владеть: методами комплексного освоения георесурсного потенциала недр.
ПК-6 - использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов	Знать: нормативные документы по безопасности и промышленной санитарии; Уметь: использовать нормативные документы по безопасности и промышленной санитарии; Владеть: методами расчета тепловых параметров горных выработок; навыками выбора вентиляционного оборудования.

### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>3 курс</b>
Форма промежуточной аттестации			<b>Экзамен</b>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>4</b>	<b>4</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>2</b>	<b>2</b>
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>2</b>	<b>2</b>
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>131</b>	<b>131</b>
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>9</b>	<b>9</b>

## **5 Краткое содержание учебной дисциплины**

В структуре дисциплины выделяются следующие основные разделы: основы термодинамики горных пород, тепломассоперенос, термодинамические процессы горного производства, горные пожары.

## **6 Составитель:**

старший преподаватель кафедры геотехнологии

Ю.И.Чижик

доцент кафедры геотехнологии к.т.н

П.В.Васильев