

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

подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Системы управления газовыделением угольных шахт

21.05.04 - Горное дело

Подземная разработка пластовых месторождений

Квалификация выпускника  
Горный инженер (специалист)

Форма обучения  
Очная форма

Срок обучения 5 лет 6 месяцев

Год начала подготовки 2020

Новокузнецк  
2020

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний и навыков, позволяющих изучать, обобщать и анализировать техническую информацию по системам управления газовыделением угольных шахт;
- приобретение обучающимися знаний и навыков, позволяющих использовать современные программные комплексы для создания математических моделей, решать с их помощью прикладные гео- и газодинамические задачи.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение базовых знаний о рудничном воздухе, его составных частях и примесях, физико-механических свойствах метана;
- изучение основных законов рудничной газовой динамики, структуры газового баланса угольных шахт и факторах его определяющих;
- изучение современных способов и средств снижения газовыделения в рудничный воздух;
- получение представления о причинах загазования выработок до взрывоопасных концентраций, а также способах и средствах по предупреждению опасных скоплений метана в горных выработках;
- получение знаний о газовых съёмках угольных шахт, способах и средствах их проведения;
- получение знаний об использовании материалов газовых съёмок при проектировании и математическом моделировании вентиляции угольных шахт;
- изучение методов моделирования гео- и газодинамических процессов, приобретение опыта работы с современными программными комплексами соответствующего направления;
- развитие навыков выполнения экспериментальных исследований с помощью вычислительной техники, а также интерпретации полученных результатов.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

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

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Геомеханика;
- Геотехнология подземная (пластовые месторождения).

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

- Аэрология горных предприятий;
- Управление состоянием массива горных пород;
- Научно-исследовательская работа.

### 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: способы управления газодинамическими процессами при ведении подземных горных работ.</li> <li>– уметь: оценивать степень сложности горно-геологических условий ведения подземных горных работ.</li> <li>– владеть: методами разработки технической документации, регламентирующей порядок и режимы ведения подземных горных работ.</li> </ul>

#### – Профессиональные компетенции

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-21: готовностью демонстрировать навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: технологические схемы дегазации месторождений.</li> <li>– уметь: оценивать состояние рабочих мест по фактору безопасности в технологических звеньях шахты.</li> <li>– владеть: методами выявления недостатков в технологических системах шахт и разработки мероприятий по их ликвидации.</li> </ul>

#### – Профессионально-специализированные компетенции

Код и наименование ПСК	Планируемые результаты обучения
ПСК-1.5: владением методами обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, - при подземной разработке пластовых месторождений полезных ископаемых	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: методы моделирования и оптимизации параметров шахт.</li> <li>– уметь: обосновывать эффективность реализации проектных решений.</li> <li>– владеть: компьютерными технологиями при проектировании процессов подземной разработки пластовых месторождений.</li> </ul>

### 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>7 семестр</b>	<b>8 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			<i>зачет</i>	<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>216</b>	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	<b>6</b>	3	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>16</b>	0	16
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>68</b>	36	32
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>114</b>	72	42
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>18</b>	0	18

### Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Шахтный воздух, его составные части. Примеси;

Тема 1.1 Основные составные части шахтного воздуха. Ядовитые и радиоактивные примеси (Атмосферный воздух. Концентрация и физико-химические свойства основных его составных частей. Шахтный (рудничный) воздух. Изменение состава воздуха при его движении по горным выработкам. Ядовитые примеси (оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сероводород, акролеин, альдегиды, аммиак). Радиоактивные примеси (радон, торон, актион));

Тема 1.2 Водород. Предельные и непердельные тяжёлые углеводороды. Прочие примеси (Физико-химические свойства водорода. Тя-

жёлые углеводороды, условия их выделения в рудничный воздух. Пределы взрывчатости. Гелий);

Раздел 2 Метан и его свойства;

Тема 2.1 Физико-химические свойства метана. Генезис метана. Виды выделений метана (Свойства метана. Взрывоопасные пределы смесей метана с кислородом. Нормы содержания метана в атмосфере подземных выработок и трубопроводах. Индукционный период. Генезис метана. Обыкновенное, суфлярное и внезапное выделение метана);

Тема 2.2 Виды связи метана с породами (углями). Газоносность и газоёмкость угольных пластов и вмещающих пород (Свободное и сорбированное состояния метана. Адсорбция, абсорбция и хемосорбция. Сорбционная способность угля. Газовое давление в угольных пластах. Зона газового выветривания. Газоносность и газоёмкость. Лабораторная оценка газоносности угольных пластов. Оценка фактической газоносности угля по данным лавы-аналога);

Раздел 3 Основные законы шахтной газовой динамики;

Тема 3.1 Характеристика шахтных газодинамических процессов. Подобие аэрогазодинамических процессов (Процессы выделения газов и поступления их в поток. Ламинарный и турбулентный режимы движения воздушной струи в выработках. Конвективный перенос. Молекулярный перенос. Турбулентный перенос. Основы теории подобия. Аналогия. Подобие аэродинамических процессов. Подобие газодинамических процессов);

Тема 3.2 Стационарные и нестационарные процессы. Диффузия активных газов. Слоевые скопления газов (Изменение характеристик процессов переноса газов во времени. Процессы переноса активных в диффузионном смысле газов. Стратифицированные воздушные потоки. Слоевые скопления. Влияние слоевых скоплений на процессы проветривания выработок. Обнаружение и ликвидация слоевых скоплений. Проверка схем проветривания выемочных участков по опасности местных скоплений метана);

Раздел 4 Газовый баланс и особенности источников метановыделения;

Тема 4.1 Газовый баланс шахты (выемочного участка), его структура (Газообильность (относительная и абсолютная). Источники метановыделения в шахте и на выемочном участке. Методы оценки газообильности выработок (горно-статический, по разнице природной и остаточной газоносностей, по фактическому газовыделению в выработке, существующие математические модели). Структура газового баланса при различных системах разработки и способах управления кровлей. Категорийность шахт. Неравномерность газовыделения);

Тема 4.2 Особенности метановыделения из разрабатываемого пласта (Движущая сила метановыделения. Неподвижная и подвижная поверхности пласта. Зона дренирования пласта подготовительными вы-

работками. Период дренирования. Отбитый уголь. Призабойное пространство);

Тема 4.3 Особенности метановыделения и газопереноса в выработанном пространстве (Выработанное пространство, как активная составляющая аэрогазодинамической системы выемочных участков. Процессы формирования высокопроницаемой среды выработанного пространства, газового коллектора и зоны сдвижения массива на выемочных участках. Аэродинамика выработанных пространств. Газодинамика выработанных пространств. Газовые ловушки. Геомеханические процессы в выработанном пространстве);

Раздел 5 Системы управления метановыделением;

Тема 5.1 Управление средствами вентиляции (Комплекс мероприятий по управлению газовой выделением средствами вентиляции. Классификация применяемых схем проветривания выемочных участков. Схемы проветривания с изолированным отводом метановоздушных смесей из выработанных пространств с помощью газоотсасывающих установок. Утечки воздуха);

Тема 5.2 Управление средствами дегазации (Требования действующих нормативных документов к необходимости применения дегазации. Способы, технологические схемы дегазации и их классификация. Комплексная дегазация. Критерий, определяющий необходимость выполнения работ по дегазации. Коэффициент эффективности применения дегазации);

Тема 5.3 Управление отработкой защитных пластов (Изменение газопроницаемости массива при его под- и надработке. Остаточная газоносность пластов);

Раздел 6 Газовые съёмки в угольных шахтах;

Тема 6.1 Общие понятия. Методы замера средней скорости движения воздуха и концентрации метана в сечении выработок (Цель проведения газовых съёмок. Требования, предъявляемые к выемочным участкам. Схемы и способы замера скорости воздушной струи. Схемы и способы замера концентрации метана);

Тема 6.2 Приборы и оборудование для проведения газовых съёмок в угольных шахтах (Приборы и оборудования для замеров скорости потока (анемометры, трубка Пито, генераторы дыма и пр.). Лабораторный анализ проб рудничного воздуха. Стационарные датчики контроля физических параметров рудничной атмосферы в составе систем АГК. Переносные приборы (газоанализаторы));

Тема 6.3 Поперечная газовая съёмка призабойного пространства (Цель проведения поперечных газовых съёмок. Технология выполнения работ. Обработка результатов поперечной газовой съёмки);

Раздел 7 Теоретические основы моделирования физических процессов;

Тема 7.1 Основные понятия и определения (Основные понятия и определения, используемые при моделировании физических процес-

сов. Модель. Моделирование. Цели и задачи моделирования. Адекватность моделей. Сложные системы);

Тема 7.2 Классификация моделей сложных систем. Подобие систем (Материальные модели. Информационные (абстрактные) модели. Области использования моделей. Статические и динамические модели. Детерминированные и стохастические модели. Основы теории подобия. Аналогия. Условия подобия при моделировании процессов в горном деле);

Тема 7.3 Основные этапы моделирования. Методы физического моделирования (Постановка задач и определение цели. Определение структуры модели. Выбор типа модели. Формализация структуры модели. Исследование модели. Экспериментальная проверка модели. Формулировка выводов по данным моделирования и практическое использование результатов. Метод эквивалентных материалов. Метод центробежного моделирования. Поляризационно-оптический метод);

Раздел 8 Математическое моделирование процессов и явлений;

Тема 8.1 Сущность математического моделирования. Виды математических моделей (Сущность математического моделирования. Преимущества математического перед физическим моделированием. Оптимизационные модели. Информационные модели. Имитационные модели. Игровое моделирование. Системы массового обслуживания);

Тема 8.2 Численные методы в геомеханике и газодинамике (Общий обзор применяемых методов. Метод конечных элементов. Метод конечных разностей. Метод граничных элементов);

Раздел 9 Моделирование геомеханических и газодинамических процессов;

Тема 9.1 Математические модели геомеханических и аэрогазодинамических процессов на выемочных участках (Российский и зарубежный опыт численного моделирования. Программные комплексы, применяемые для моделирования геомеханических и газодинамических процессов. Геомеханические модели массива горных пород. Общие понятия о моделях массива горных пород. Основные понятия, используемые при моделировании аэрогазодинамических процессов. Адекватность компьютерных моделей шахтных вентиляционных сетей);

Тема 9.2 Моделирование напряжённо-деформированного состояния массива (Моделирование процессов деформирования, смещения и разрушения углевмещающей толщи. Формирование исходных данных. Расчёт. Обработка и визуализация результатов моделирования);

Тема 9.3 Моделирование нормальных и аварийных вентиляционных режимов (Формирование топологии горных выработок и ввод данных по ветвям. Расчёт нормального воздухораспределения. Расчёт параметров аварийных вентиляционных режимов. Обработка получен-

ных результатов. Моделирование газопереноса в горных выработках. Загазирование горных выработок);

Тема 9.4 Моделирование процессов формирования газового коллектора в выработанном пространстве (Современные подходы к моделированию процессов фильтрации метановоздушных смесей в обрушенной среде выработанного пространства. Программные комплексы).

## 5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час
Тема 1.1.	Основные составные части шахтного воздуха. Ядовитые и радиоактивные примеси	0.5
Тема 1.2.	Водород. Предельные и непредельные тяжёлые углеводороды. Прочие примеси	0.5
Тема 2.1.	Физико-химические свойства метана. Генезис метана. Виды выделений метана	0.5
Тема 2.2.	Виды связи метана с породами (углями). Газоносность и газоёмкость угольных пластов и вмещающих пород	0.5
Тема 3.1.	Характеристика шахтных газодинамических процессов. Подobie аэрогазодинамических процессов	0.5
Тема 3.2.	Стационарные и нестационарные процессы. Диффузия активных газов. Слоевые скопления газов	0.5
Тема 4.1.	Газовый баланс шахты (выемочного участка), его структура	1
Тема 4.2.	Особенности метановыделения из разрабатываемого пласта	1
Тема 4.3.	Особенности метановыделения и газопереноса в выработанном пространстве	1
Тема 5.1.	Управление средствами вентиляции	1.5
Тема 5.2.	Управление средствами дегазации	1.5
Тема 5.3.	Управление отработкой защитных пластов	1
Тема 6.1.	Общие понятия. Методы замера средней скорости движения воздуха и концентрации метана в сечении выработок	0.5
Тема 6.2.	Приборы и оборудование для проведения газовых съёмов в	0.5



	угольных шахтах	
Тема 6.3.	Поперечная газовая съёмка призабойного пространства	0.5
Тема 7.1.	Основные понятия и определения	0.5
Тема 7.2.	Классификация моделей сложных систем. Подобие систем	0.5
Тема 7.3.	Основные этапы моделирования. Методы физического моделирования	0.5
Тема 8.1.	Сущность математического моделирования. Виды математических моделей	0.5
Тема 8.2.	Численные методы в геомеханике и газодинамике	0.5
Тема 9.1.	Математические модели геомеханических и аэрогазодинамических процессов на выемочных участках	0.5
Тема 9.2.	Моделирование напряжённо-деформированного состояния массива	0.5
Тема 9.3.	Моделирование нормальных и аварийных вентиляционных режимов	0.5
Тема 9.4.	Моделирование процессов формирования газового коллектора в выработанном пространстве	0.5
<b>Итого:</b>		<b>16</b>

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час
Раздел 4.	Определение ожидаемой абсолютной метанообильности разрабатываемого пласта по данным лавы-аналога	6
Раздел 4.	Расчёт абсолютной метанообильности очистного забоя по данным геологоразведочных работ	6
Раздел 4.	Расчёт абсолютной метанообильности выработанного пространства по данным геологоразведочных работ	7
Раздел 5.	Расчёт расхода воздуха для проветривания выемочного участка	7
Раздел 5.	Расчёт параметров предвари-	6

	тельной дегазации выемочного участка	
Раздел 9.	Обзор существующих математических моделей массива горных пород и программных комплексов для расчёта параметров напряжённо-деформированного состояния	2
Раздел 9.	Моделирование геомеханических процессов, протекающих в массиве при ведении горных работ	16
Раздел 9.	Обзор существующих математических моделей и программных комплексов моделирования процессов воздухораспределения и газопереноса в вентиляционной сети	2
Раздел 9.	Моделирование нормального и аварийного воздухораспределения в шахтной вентиляционной сети с использованием реальных топологий действующих горных предприятий	16
<b>Итого:</b>		<b>68</b>

## 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час
	<i>Отсутствуют</i>	
<b>Итого:</b>		<b>0</b>

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, академ. час
	<i>Отсутствуют</i>	
<b>Итого:</b>		<b>0</b>

## 9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, академ. час
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	10
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	12

Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	8
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	16
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	20
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	12
Раздел 7.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	8
Раздел 8.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	8
Раздел 9.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	20
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	18
<b>Итого:</b>		<b>132</b>

## **10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **а) основная литература:**

1 Баклашов, И. В. Геомеханика : учебник для вузов : в 2 т. Т.1 : Основы геомеханики / И. В. Баклашов. – Москва : МГГУ, 2004. – 208 с. : ил. – (Высшее горное образование).;

2 Аэрология горных предприятий : учебник для вузов / К. З. Ушаков, А. С. Бурчаков, Л. А. Пучков [и др.] ; под ред. К. З. Ушакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1987. – 421 с. : ил.;

3 Геомеханика. Т. 2 : учебник / И. В. Баклашов, Б. А. Картозия, А. Н. Шашенко, В. Н. Борисов. – Москва : Горная книга, 2004. – 249 с. – ISBN 5-7418-0326-1. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741803261.html> (дата обращения: 02.05.2020);

4 Геомеханика : учебник / М. Е. Певзнер, М. А. Иофис, В. Н. Попов. – Москва : Горная книга, 2008. – с. – ISBN 978-5-7418-0528-2. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741805282.html> (дата обращения: 02.05.2020).

#### **б) дополнительная литература:**

1 Ушаков, К. З. Газовая динамика шахт / К. З. Ушаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : МГГУ, 2004. – 481 с. : ил. – (Горные науки).;

2 Аэрогазодинамика выемочного участка : [монография] / Ф. А. Абрамов, Б. Е. Грецингер, В. В. Соболевский, Г. А. Шевелев. – Москва : Горное дело, 2011. – 231 с. : ил. – (Библиотека горного инженера ; т. 16. Классики горной мысли; кн. 4).;

3 Рудничная вентиляция : справочник / Н. Ф. Гращенков, А. Э. Петросян, М. А. Фролов [и др.]; под ред. К. З. Ушакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1988. – 439 с.;

4 Борщ-Компониец, В. И. Практическая механика горных пород : монография / В. И. Борщ-Компониец. – Москва : Горная книга, 2013. – 322 с. – ISBN 978-5-98672-342-6. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986723426.html> (дата обращения: 02.05.2020).

5 Взрывоопасность угольных шахт : [монография] / А. Т. Айруни, Ф. С. Клебанов, О. В. Смирнов. – Москва : Горное дело, 2011. – 262 с. : ил. – (Библиотека горного инженера ; т. 9. Рудничная аэрология).

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

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

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

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

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

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

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

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

8 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 – ]. – URL: <https://umczdt.ru/books/>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

**г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- 7-Zip;
- ABBYY FineReader 11;
- ABBYY Lingvo;
- AutoCAD;
- BricsCAD;
- Kaspersky Endpoint Security;
- Libre Office;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7;
- Notepad++;
- ProjectLibre;
- WinDjView;
- Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст;
- Система ГАРАНТ.

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

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

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

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – 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.

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

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для 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 направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Составитель(и):

Говорухин Юрий Михайлович

## **Приложение А**

### **Аннотация**

**рабочей программы дисциплины «Системы управления газовыделением угольных шахт»**

**по направлению подготовки (специальности)**

**21.05.04 - Горное дело**

**(направленность (профиль) «Подземная разработка пластовых месторождений»)**

**форма обучения – Очная форма**

### **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями учебной дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний и навыков, позволяющих изучать, обобщать и анализировать техническую информацию по системам управления газовыделением угольных шахт;
- приобретение обучающимися знаний и навыков, позволяющих использовать современные программные комплексы для создания математических моделей, решать с их помощью прикладные гео- и газодинамические задачи.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение базовых знаний о рудничном воздухе, его составных частях и примесях, физико-механических свойствах метана;
- изучение основных законов рудничной газовой динамики, структуры газового баланса угольных шахт и факторах его определяющих;
- изучение современных способов и средств снижения газовыделения в рудничный воздух;
- получение представления о причинах загазования выработок до взрывоопасных концентраций, а также способах и средствах по предупреждению опасных скоплений метана в горных выработках;
- получение знаний о газовых съёмках угольных шахт, способах и средствах их проведения;
- получение знаний об использовании материалов газовых съёмок при проектировании и математическом моделировании вентиляции угольных шахт;
- изучение методов моделирования гео- и газодинамических процессов, приобретение опыта работы с современными программными комплексами соответствующего направления;

- развитие навыков выполнения экспериментальных исследований с помощью вычислительной техники, а также интерпретации полученных результатов.

## **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)**

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

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Геомеханика;
- Геотехнология подземная (пластовые месторождения).

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

- Аэрология горных предприятий;
- Управление состоянием массива горных пород;
- Научно-исследовательская работа.

## **3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине**

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### **– Общепрофессиональные компетенции**

<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: способы управления газодинамическими процессами при ведении подземных горных работ.</li> <li>– уметь: оценивать степень сложности горно-геологических условий ведения подземных горных работ.</li> <li>– владеть: методами разработки технической документации, регламентирующей порядок и режимы ведения подземных горных работ.</li> </ul>

### **– Профессиональные компетенции**

<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
ПК-21: готовностью демонстрировать навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: технологические схемы дегазации месторождений.</li> <li>– уметь: оценивать состояние рабочих мест по фактору безопасности в технологических звеньях шахты.</li> <li>– владеть: методами выявления недостатков в технологических системах шахт и разработки мероприятий по их ликвидации.</li> </ul>



## – Профессионально-специализированные компетенции

Код и наименование ПСК	Планируемые результаты обучения
ПСК-1.5: владением методами обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, - при подземной разработке пластовых месторождений полезных ископаемых	– знать: методы моделирования и оптимизации параметров шахт. – уметь: обосновывать эффективность реализации проектных решений. – владеть: компьютерными технологиями при проектировании процессов подземной разработки пластовых месторождений.

### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>7 семестр</b>	<b>8 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			<i>зачет</i>	<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>216</b>	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	<b>6</b>	3	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>16</b>	0	16
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>68</b>	36	32
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>114</b>	72	42
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>18</b>	0	18

### 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Шахтный воздух, его составные части. Примеси;

Тема 1.1 Основные составные части шахтного воздуха. Ядовитые и радиоактивные примеси (Атмосферный воздух. Концентрация и физико-химические свойства основных его составных частей. Шахтный (рудничный) воздух. Изменение состава воздуха при его движении по горным выработкам. Ядовитые примеси (оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сероводород, акролеин, альдегиды, аммиак). Радиоактивные примеси (радон, торон, актион));

Тема 1.2 Водород. Предельные и непредельные тяжёлые углеводороды. Прочие примеси (Физико-химические свойства водорода. Тяжёлые углеводороды, условия их выделения в рудничный воздух. Пределы взрывчатости. Гелий);

Раздел 2 Метан и его свойства;

Тема 2.1 Физико-химические свойства метана. Генезис метана. Виды выделений метана (Свойства метана. Взрывоопасные пределы

смесей метана с кислородом. Нормы содержания метана в атмосфере подземных выработок и трубопроводах. Индукционный период. Генезис метана. Обыкновенное, суфлярное и внезапное выделение метана);

Тема 2.2 Виды связи метана с породами (углями). Газоносность и газоёмкость угольных пластов и вмещающих пород (Свободное и сорбированное состояния метана. Адсорбция, абсорбция и хемосорбция. Сорбционная способность угля. Газовое давление в угольных пластах. Зона газового выветривания. Газоносность и газоёмкость. Лабораторная оценка газоносности угольных пластов. Оценка фактической газоносности угля по данным лавы-аналога);

Раздел 3 Основные законы шахтной газовой динамики;

Тема 3.1 Характеристика шахтных газодинамических процессов. Подобие аэрогазодинамических процессов (Процессы выделения газов и поступления их в поток. Ламинарный и турбулентный режимы движения воздушной струи в выработках. Конвективный перенос. Молекулярный перенос. Турбулентный перенос. Основы теории подобия. Аналогия. Подобие аэродинамических процессов. Подобие газодинамических процессов);

Тема 3.2 Стационарные и нестационарные процессы. Диффузия активных газов. Слоевые скопления газов (Изменение характеристик процессов переноса газов во времени. Процессы переноса активных в диффузионном смысле газов. Стратифицированные воздушные потоки. Слоевые скопления. Влияние слоевых скоплений на процессы проветривания выработок. Обнаружение и ликвидация слоевых скоплений. Проверка схем проветривания выемочных участков по опасности местных скоплений метана);

Раздел 4 Газовый баланс и особенности источников метановыделения;

Тема 4.1 Газовый баланс шахты (выемочного участка), его структура (Газообильность (относительная и абсолютная). Источники метановыделения в шахте и на выемочном участке. Методы оценки газообильности выработок (горно-статический, по разнице природной и остаточной газоносностей, по фактическому газовыделению в выработки, существующие математические модели). Структура газового баланса при различных системах разработки и способах управления кровлей. Категорийность шахт. Неравномерность газовыделения);

Тема 4.2 Особенности метановыделения из разрабатываемого пласта (Движущая сила метановыделения. Неподвижная и подвижная поверхности пласта. Зона дренирования пласта подготовительными выработками. Период дренирования. Отбитый уголь. Призабойное пространство);

Тема 4.3 Особенности метановыделения и газопереноса в выработанном пространстве (Выработанное пространство, как активная составляющая аэрогазодинамической системы выемочных участков. Процессы формирования высокопроницаемой среды выработанного

пространства, газового коллектора и зоны сдвижения массива на выемочных участках. Аэродинамика выработанных пространств. Газодинамика выработанных пространств. Газовые ловушки. Геомеханические процессы в выработанном пространстве);

Раздел 5 Системы управления метановыделением;

Тема 5.1 Управление средствами вентиляции (Комплекс мероприятий по управлению газовой выделением средствами вентиляции. Классификация применяемых схем проветривания выемочных участков. Схемы проветривания с изолированным отводом метановоздушных смесей из выработанных пространств с помощью газоотсасывающих установок. Утечки воздуха);

Тема 5.2 Управление средствами дегазации (Требования действующих нормативных документов к необходимости применения дегазации. Способы, технологические схемы дегазации и их классификация. Комплексная дегазация. Критерий, определяющий необходимость выполнения работ по дегазации. Коэффициент эффективности применения дегазации);

Тема 5.3 Управление отработкой защитных пластов (Изменение газопроницаемости массива при его под- и надработке. Остаточная газоносность пластов);

Раздел 6 Газовые съёмки в угольных шахтах;

Тема 6.1 Общие понятия. Методы замера средней скорости движения воздуха и концентрации метана в сечении выработок (Цель проведения газовых съёмок. Требования, предъявляемые к выемочным участкам. Схемы и способы замера скорости воздушной струи. Схемы и способы замера концентрации метана);

Тема 6.2 Приборы и оборудование для проведения газовых съёмок в угольных шахтах (Приборы и оборудования для замеров скорости потока (анемометры, трубка Пито, генераторы дыма и пр.). Лабораторный анализ проб рудничного воздуха. Стационарные датчики контроля физических параметров рудничной атмосферы в составе систем АГК. Переносные приборы (газоанализаторы));

Тема 6.3 Поперечная газовая съёмка призабойного пространства (Цель проведения поперечных газовых съёмок. Технология выполнения работ. Обработка результатов поперечной газовой съёмки);

Раздел 7 Теоретические основы моделирования физических процессов;

Тема 7.1 Основные понятия и определения (Основные понятия и определения, используемые при моделировании физических процессов. Модель. Моделирование. Цели и задачи моделирования. Адекватность моделей. Сложные системы);

Тема 7.2 Классификация моделей сложных систем. Подобие систем (Материальные модели. Информационные (абстрактные) модели. Области использования моделей. Статические и динамические мо-

дели. Детерминированные и стохастические модели. Основы теории подобия. Аналогия. Условия подобия при моделировании процессов в горном деле);

Тема 7.3 Основные этапы моделирования. Методы физического моделирования (Постановка задач и определение цели. Определение структуры модели. Выбор типа модели. Формализация структуры модели. Исследование модели. Экспериментальная проверка модели. Формулировка выводов по данным моделирования и практическое использование результатов. Метод эквивалентных материалов. Метод центростремительного моделирования. Поляризационно-оптический метод);

Раздел 8 Математическое моделирование процессов и явлений;

Тема 8.1 Сущность математического моделирования. Виды математических моделей (Сущность математического моделирования. Преимущества математического перед физическим моделированием. Оптимизационные модели. Информационные модели. Имитационные модели. Игровое моделирование. Системы массового обслуживания);

Тема 8.2 Численные методы в геомеханике и газодинамике (Общий обзор применяемых методов. Метод конечных элементов. Метод конечных разностей. Метод граничных элементов);

Раздел 9 Моделирование геомеханических и газодинамических процессов;

Тема 9.1 Математические модели геомеханических и аэрогазодинамических процессов на выемочных участках (Российский и зарубежный опыт численного моделирования. Программные комплексы, применяемые для моделирования геомеханических и газодинамических процессов. Геомеханические модели массива горных пород. Общие понятия о моделях массива горных пород. Основные понятия, используемые при моделировании аэрогазодинамических процессов. Адекватность компьютерных моделей шахтных вентиляционных сетей);

Тема 9.2 Моделирование напряжённо-деформированного состояния массива (Моделирование процессов деформирования, смещения и разрушения углевмещающей толщи. Формирование исходных данных. Расчёт. Обработка и визуализация результатов моделирования);

Тема 9.3 Моделирование нормальных и аварийных вентиляционных режимов (Формирование топологии горных выработок и ввод данных по ветвям. Расчёт нормального воздухораспределения. Расчёт параметров аварийных вентиляционных режимов. Обработка полученных результатов. Моделирование газопереноса в горных выработках. Загазирование горных выработок);

Тема 9.4 Моделирование процессов формирования газового коллектора в выработанном пространстве (Современные подходы к моделированию процессов фильтрации метановоздушных смесей в обрушенной среде выработанного пространства. Программные комплексы).

**6 Составитель(и):**

Говорухин Юрий Михайлович