

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ОПОП ВО
профессор А.Г. Протосеня**

**Проректор по образовательной
деятельности доцент Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АЭРОЛОГИЯ ПОЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
Специализация:	Строительство подземных сооружений
Квалификация выпускника:	инженер-строитель
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Лейсле А.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Аэрология подземных сооружений»
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (уровень специалитета), утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 483 от 1 мая 2017 г;
- на основании учебного плана специалитета по специальности «08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализации «Строительство подземных сооружений».

Составитель _____ к.т.н., доц. А.В. Лейсле

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Безопасности производств от 01.02.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. С.Г. Гендлер

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. П.В. Иванова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов системы знаний о причинах изменения состава шахтной атмосферы и способах поддержания в горных выработках карьеров, шахт и подземных сооружений надлежащего по климатическим параметрам, чистоте и безопасности состава воздуха, а также умения применять полученные знания в практической деятельности.

Основные задачи дисциплины:

- овладение студентами знаниями о вредностях, выделяющихся в атмосферу подземных сооружений, источниках выделения, влиянии этих вредностей на организм человека, безопасность и производительность труда;
- изучение аэропылегазодинамики, выбор рациональных схем проветривания и современных методов борьбы с вредностями;
- освоение расчетов простых и сложных вентиляционных сетей, определение необходимого количества воздуха для поддержания надлежащей по составу и климатическим параметрам шахтной атмосферы;
- освоение расчета способов и средств доставки воздуха к местам его потребления, методов управления воздушными потоками, а также освоение методов и средств контроля за составом рудничной атмосферы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Аэрология подземных сооружений» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы подготовки специалистов по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» и изучается в 7 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Аэрология подземных сооружений» являются «Механика жидкости и газа», «Техническая теплотехника», «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело».

Дисциплина «Аэрология подземных сооружений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы технологии возведения зданий и специальных сооружений», «Технология строительства подземных сооружений специальными способами», «Экономика подземного строительства».

Особенностью дисциплины является изучение механики воздушной среды, методов проектирования вентиляции при строительстве подземных сооружений, средств и способов нормализации параметров атмосферы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Аэрология подземных сооружений» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен применять стандартные, осваивать и внедрять новые технологии работ в области строительства, совершенствовать производственно-технологический процесс строительного производства, разрабатывать и осуществлять мероприятия контроля технологических процессов строительного производства, по обеспечению производственной и экологической безопасности	ОПК-8	ОПК-8.10 Контроль соблюдения норм промышленной, пожарной, экологической безопасности при ведении строительного-монтажных работ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Аэрология подземных сооружений» составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
Аудиторные занятия, в том числе:	68	68
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	4	4
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Подготовка к семинарским занятиям	-	-
Подготовка к практическим занятиям	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям	4	4
Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
	ак. час.	108
	зач. ед.	3

4.2. Содержание разделов дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Атмосфера подземных сооружений.	15	4	6	4	1
2.	Рудничная аэромеханика.	29	8	12	8	1
3.	Процессы переноса в вентиляционных потоках	10	1	6	2	1
4.	Проветривание подземных сооружений.	18	4	10	3	1
	Итого:	72	17	34	17	4

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Атмосфера подземных сооружений.	<p>1.1. Состав атмосферы горных выработок. Атмосферный воздух. Изменение состава атмосферного воздуха при его движении по горным выработкам. Газообильность шахты. Составные части шахтного воздуха. Способы измерения содержания газов в воздухе. Нормативные документы, регламентирующие состав воздуха горных предприятий.</p> <p>1.2. Метан и шахтная пыль. Физико-химические свойства метана. Формы сохранения метана в массиве. Виды выделений метана в шахтах. Метаноносность и газообильность. Категории шахт по газу. Газовый баланс. Способы борьбы с метановыделением. Горючие и взрывчатые свойства пыли. Факторы, влияющие на взрывчатость пыли. Особенности взрывов пыли в шахтах. Меры борьбы со взрывами пыли. Способы измерений запыленности воздуха.</p>	4
2.	Рудничная аэромеханика.	<p>2.1. Аэростатика и аэродинамика воздушных потоков Основные параметры, характеризующие состояние воздушной среды. Барометрические формулы. Силы, действующие на газообразную среду. Основное уравнение аэростатики. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Виды движения воздушных потоков. Уравнения Эйлера. Уравнение неразрывности потока. Закон сохранения массы. Закон сохранения энергии. Уравнение Бернулли, его следствия.</p> <p>2.2. Аэродинамическое сопротивление горных</p>	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>выработок. Природа и виды аэродинамического сопротивления. Сопротивление трения. Местное сопротивление. Лобовое сопротивление. Общие закономерности проявления аэродинамического сопротивления. Единицы измерения. Способы снижения аэродинамического сопротивления.</p> <p>2.3. Источники тяги. Принцип создания движения воздуха. Шахтные вентиляторы. Типы и характеристики вентиляторов. Естественная тяга воздуха в шахтах. Факторы, определяющие величину естественной тяги. Второстепенные источники движения воздуха (эжекторы, капез, гидромониторные струи и гидротранспорт). Характеристика вентилятора. Работа одного вентилятора. Совместная работа вентилятора и естественной тяги. Совместная работа нескольких вентиляторов.</p> <p>2.4. Вентиляционные сети. Классификация шахтных вентиляционных сетей (ШВС). Основные законы движения воздуха в ШВС. Понятие характеристики выработки и сети шахты (рудника). Методы расчета естественного воздухораспределения и регулирования в ШВС.</p>	
3.	Процессы переноса в вентиляционных потоках.	<p>3.1. Газовая и пылевая динамика вентиляционных потоков. Понятие переноса вредностей. Условия, определяющие перенос вредностей: условия поступления вредностей в поток, свойства переносимых субстанций, влияние режима движения воздуха. Виды переноса. Основные законы шахтной газовой динамики. Физические характеристики шахтных газодинамических процессов. Закон сохранения массы. Уравнения конвективной диффузии. Коэффициент диффузии.</p>	1
4.	Проветривание подземных сооружений.	<p>4.1. Вентиляция подземных сооружений. Способы вентиляции подземных сооружений. Схемы вентиляции. Схемы вентиляции участков.</p> <p>4.2. Вентиляция тупиковых выработок. Особенности вентиляции тупиковых выработок. Способы вентиляции. Вентиляция за счет общешахтной депрессии. Вентиляция с помощью вентиляторов местного проветривания. Вентиляция выработок большой длины. Вентиляция тупиковых камер. Вентиляционное оборудование. Проектирование вентиляции тупиковых выработок.</p>	4
Итого:			17

4.2.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Расчет нижнего концентрационного предела распространения пламени смеси взрывоопасных газов	6
2	Раздел 2.	Расчет депрессии естественной тяги	4
		Определение аэродинамических характеристик сети	4
		Определение сопротивления вентиляционного окна	4
3	Раздел 3.	Определение коэффициента диффузии	6
4	Раздел 4.	Выбор вентилятора главного проветривания	10
Итого:			34

4.2.4. Лабораторные работы

п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Изучение приборов контроля шахтной атмосферы	4
2.	Раздел 2.	Изучение лабораторной установки и приборов для измерения давления и депрессии	2
		Измерение статической, скоростной и полной депрессии	2
		Определение числа Рейнольдса и режима движения воздуха	2
		Определение коэффициентов аэродинамического сопротивления трения и местного сопротивления	2
3.	Раздел 3.	Исследование режима течения при постоянном давлении перед дросселем (отверстием в тонкой стенке)	2
4.	Раздел 4.	Построение аэродинамической характеристики аэрилятора	3
Итого:			17

4.2.5. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрена учебным планом.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции - являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Лабораторные и практические занятия - составляют основу практической подготовки обучающихся.

Цели лабораторных занятий:

- развить навыки самостоятельной работы и применения теоретических знаний для решения

практических задач;

- приобрести навыки использования компьютерной техники для обработки различных видов информации;

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Атмосфера подземных сооружений.

1. Чему равно содержание кислорода (в объёмных процентах) в атмосферном воздухе?
2. Какие газы могут скапливаться у кровли выработки?
3. В каких единицах измеряется абсолютная метанообильность шахты (участка, выработки)?
4. Какую относительную метанообильность в м³/т по метану имеют шахты III категории?
5. Что называется относительной газообильностью?
6. Что называется индукционным периодом?
7. Какие вы знаете меры борьбы с запыленностью воздуха?

Раздел 2. Рудничная аэромеханика

1. Какие виды давлений существуют в шахтных вентиляционных потоках?
2. Что такое статическая депрессия?
3. Как называется разность динамических давлений воздушного потока?
4. Что гласит закон сохранения массы применительно к аэродинамике?
5. О чем говорит основное уравнение аэростатики?
6. Из какого закона следует утверждение, что аэростатическое давление не может вызвать перемещение тела?

Раздел 3. Процессы переноса в вентиляционных потоках

1. Какая зависимость описывает конвективный диффузионный поток?
2. Какая количественная связь существует между массовой и объёмной концентрациями газа?
3. Какой зависимостью описывается молекулярный диффузионный поток в направлении оси X?
4. Какая зависимость используется для определения коэффициента турбулентной диффузии?

5. Какой критерий положен в основу определения степени дисперсности пылевых аэрозолей?

6. Какое уравнение описывает турбулентную диффузию газа в объёмах камерного типа?

Раздел 4. Проветривание подземных сооружений.

1. Какой зависимостью определяется общий расход воздуха в карьере при прямоточной схеме проветривания?

2. Какие факторы способствуют формированию прямоточной схемы проветривания?

3. Как определяется потребное количества воздуха по фактору взрывных работ при проходке тупиковых выработок?

4. Какова минимально допустимая скорость движения воздушного потока при проходке подготовительной выработки по углю в шахтах опасных по метану?

5. Что принято называть способом вентиляции шахты?

6. Каким условиям должен удовлетворять расход воздуха в выработке, где установлен вентилятор местного проветривания?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Как называется воздух, поступивший с поверхности в горные выработки и претерпевший изменения?

2. Какое должно быть содержание кислорода (в объёмных процентах) в рудничном (шахтном) воздухе согласно Правилам безопасности?

3. Какова Предельно допустимая концентрация углекислого газа (в объёмных процентах) на рабочих местах и в исходящих струях участков согласно Правилам безопасности?

4. Какова предельно допустимая концентрация углекислого газа (в объёмных процентах) в выработках с исходящей струей крыла, шахты согласно Правилам безопасности?

5. Чему равна предельно допустимая концентрация оксида углерода (СО) в шахте (в объёмных процентах)?

6. Что является основной (по объёму) составной частью рудничного воздуха в нормальных условиях?

7. В результате каких процессов образуются окислы азота?

8. Какое значение не должно превышать содержание окислов азота в рудничном воздухе в пересчёте на NO₂?

9. В результате каких процессов образуется угарный газ?

10. Какое значение не должно превышать объёмное содержание водорода в зарядных камерах?

11. Чему равен период полураспада радона-222 (Rn)?

12. Какие шахты относят к сверхкатегорным по метану?

13. Чему равна максимально допустимая концентрация метана в исходящих вентиляционных струях из очистной или тупиковой выработки, камеры, выемочного участка, поддерживаемой выработки?

14. Чему равна плотность метана?

15. Какой температуры достигают продукты взрыва метана в замкнутом объеме?

16. Что такое аэрозоль?

17. Что называется инертной пылью?

18. Что такое аэрогель?

19. Какое свойство пыли характеризует её крупность?

20. В каких единицах измеряется содержание пыли в воздухе?

21. Что означает оптимальная скорость воздуха при расчёте по пылевому фактору?

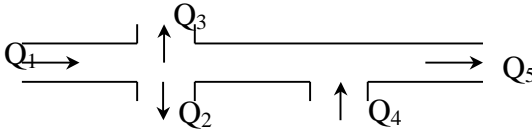
22. В каких единицах измерения в системе СИ измеряется аэродинамическое сопротивление?

23. Чему равно эквивалентное отверстие A , m^2 для труднопроветриваемых шахт?
24. Что называется местными сопротивлениями?
25. От чего зависит коэффициент аэродинамического сопротивления трения?
26. Какие ориентировочные значения в $H \cdot c^2/m^4$ имеют коэффициенты аэродинамического сопротивления трения в лавах, оборудованных комплексами?
27. Что такое лобовое сопротивление?
28. Какую размерность имеет коэффициент местных сопротивлений?
29. Чему равен показатель степени в формуле степенного закона сопротивления для переходного режима движения воздуха?
30. Какой вид сопротивлений составляет основную долю в общем сопротивлении шахты?
31. Как определяется режим работы вентилятора на внешнюю сеть?
32. Как определяется число независимых контуров в расчётной вентиляционной схеме, содержащей n ветвей и N узлов?
33. Какое условие для диагональной схемы определяет направление движения воздуха в диагонали?
34. Укажите зависимость, которая используется для описания рабочей части характеристики вентилятора.
35. По какой зависимости определяется величина дополнительного сопротивления при уравнивании депрессии двух параллельных ветвей?
36. Что положено в основу аналогового моделирования вентиляционных сетей? 34 (3.1.3).
34. Назовите Основной фактор, оказывающий наибольшее влияние на естественную тягу.
37. Необходимо определить масштаб моделирования mH по депрессии, если масштабы по расходу и сопротивлению соответственно равны 4 и 5. Режим движения турбулентный.
38. Что понимают под «ветвью» в аэродинамической расчётной схеме?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	В атмосферном воздухе объёмное содержание кислорода приблизительно равно	1. 15% 2. 17% 3. 21% 4. 23%
2.	Воздух, поступивший с поверхности в горные выработки и претерпевший изменения, называется...	1. рудничным (шахтным) 2. газом 3. изменившимся 4. смесью газов
3.	Как Правила Безопасности регламентируют объёмное содержание кислорода в рудничном (шахтном) воздухе	5. менее 16 6. равно 17% 7. не менее 20% 8. не более 23,5%
4.	Как влажность влияет на взрываемость угольной пыли?	1. не влияет 2. уменьшает нижний концентрационный предел взрываемости 3. увеличивает силу взрыва 4. при влажности 40% и более не взрывается
5.	Примерная плотность сухого воздуха при $0^\circ C$ 100,5кПа	1. 0,5 кг/м ³ 2. 0,9 кг/м ³ 3. 1,3 кг/м ³ 4. 1,7 кг/м ³

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Единицей измерения коэффициента динамической вязкости воздуха в системе СИ является...	9. Па 10. Па·с 11. кг 12. м ²
7.	Скоростная депрессия на участке выработки, если воздух движется от меньшей площади сечения к большему....	1. равна 0 2. меньше 0 3. больше 0 4. меняется в зависимости от скорости воздуха
8.	В рудничной вентиляции разность полных давлений воздушного потока называется депрессией...	1. полной 2. статической 3. обычной 4. динамической
9.	Какая размерность депрессии (давления) не равна остальным?	1. 9,81 Па 2. 1 кгс/м ² 3. 1 мм. рт. ст. 4. 1 мм. вод. ст. 5. 1 даПа
10.	Для схемы разветвления воздушных потоков, показанных на рисунке,  уравнение расхода выразится в виде:	1. $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 0$ 2. $Q_1 = Q_5$ 3. $Q_1 - Q_2 - Q_3 + Q_4 - Q_5 = 0$ 4. $Q = \text{const}$
11.	Кинематическая вязкость воздуха ν связана с динамической вязкостью воздуха μ в системе СИ следующим соотношением: где ρ – плотность воздуха.	1. $\nu = \frac{3500\mu\rho}{27}$ 2. $\nu = \frac{\rho}{3\mu}$ 3. $\nu = 20\mu\rho$ 4. $\nu = \frac{\mu}{\rho}$
12.	Барометрическая формула для изохорического процесса: где p_0 – барометрическое давление на поверхности; γ – удельный вес воздуха; h – глубина горных работ.	1. $p = p_0 + \gamma h$ 2. $p = p_0 \gamma h$ 3. $p = \frac{\gamma h}{p_0}$ 4. $p = \frac{p_0}{\gamma h}$
13.	Кинематическая вязкость воздуха ν связана с динамической вязкостью воздуха μ в системе СИ следующим соотношением: где ρ – плотность воздуха.	5. $\nu = \frac{3500\mu\rho}{27}$ 6. $\nu = \frac{\rho}{3\mu}$ 7. $\nu = 20\mu\rho$ 8. $\nu = \frac{\mu}{\rho}$
14.	Барометрическая формула для	5. $p = p_0 + \gamma h$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	<p>изохорического процесса:</p> <p>...,</p> <p>где p_0 – барометрическое давление на поверхности;</p> <p>γ – удельный вес воздуха;</p> <p>h – глубина горных работ.</p>	<p>6. $p = p_0\gamma h$</p> <p>7. $p = \frac{\gamma h}{p_0}$</p> <p>8. $p = \frac{p_0}{\gamma h}$</p>
15.	Относительной шероховатостью стенок выработки называется.....	<p>1. средняя высота выступов</p> <p>2. отношение высоты выступов к гидравлическому диаметру</p> <p>3. среднее расстояние между выступами</p> <p>4. отношение расстояния между стойками крепи к их диаметру</p>
16.	Каким из приведённых способов невозможно уменьшить сопротивление трения горной выработки?	<p>1. уменьшить длину</p> <p>2. уменьшить коэффициент аэродинамического сопротивления трения</p> <p>3. уменьшить расход воздуха</p> <p>4. увеличить площадь поперечного сечения выработки</p>
17.	Местными называются сопротивления, вызываемые...	<p>1. силами трения</p> <p>2. резким изменением формы внешних границ потока</p> <p>3. работой вентиляторов местного проветривания</p> <p>4. естественной тягой</p>
18.	Для любой замкнутой вентиляционной сети с известными количествами ветвей u , ячеек v и узлов w справедлива формула Эйлера	<p>1. $u = v + w - 1$</p> <p>2. $u = v + w^2 - 2$</p> <p>3. $v = w + u - 3$</p> <p>4. $w = v - u + 2$</p>
19.	I-й закон движения воздуха в шахтных вентиляционных сетях гласит, что количество воздуха, подходящего к каждому узлу сети, и количество воздуха, выходящего из этого узла...	<p>1. нулевые</p> <p>2. равны</p> <p>3. значительны</p> <p>4. 2000 м³/мин</p>
20.	<p>Математическим выражением I-го закона сетей является соотношение:</p> <p>где h – депрессия; P – параметр;</p> <p>Q – расход; L – длина; S – площадь сечения</p>	<p>1. $h = R \cdot Q^2$</p> <p>2. $\sum_{i=1}^n h_i = 0$</p> <p>3. $R = \alpha \frac{P \cdot L}{S^3}$</p> <p>4. $\sum_{i=1}^n Q_i = 0$</p>

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Воздушная струя, движущаяся от забоев к воздухоподающему стволу, называется...	<p>13. смесью газов</p> <p>14. исходящей (отработанной)</p> <p>15. потоком</p>

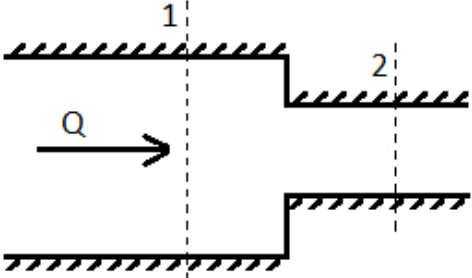
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		16. течением
2.	Содержание какого газа в воздухе горных выработок не нормируется Правилами Безопасности ?	1. O ₂ 2. N ₂ 3. CO ₂ 4. NH ₃
3.	ПДК углекислого газа (в объёмных процентах) на рабочих местах и в исходящих струях участков согласно Правилам безопасности составляет...	17. 2% 18. 3% 19. 0,5% 20. 1,5%
4.	К опасным по взрывам пыли относятся пласты угля с выходом летучих более ...%	1. 5 2. 7 3. 10 4. 15
5.	Единицей измерения коэффициента кинематической вязкости воздуха в системе СИ является...	1. м ² /с 2. Па 3. м ² 4. м
6.	Основное уравнение аэростатики имеет вид: где ρ – плотность воздуха P – давление g – ускорение свободного падения Z – координата T – температура R – газовая постоянная	1. $\frac{P}{\rho} = RT$ 2. $P = \rho g Z$ 3. $R = \frac{g}{Z} P$ 4. $dP = \rho g dZ$
7.	Депрессией в рудничной вентиляции называется разность давлений, поэтому разность статических давлений воздушного потока называется депрессией...	1. статической 2. нестатической 3. обычной 4. полной
8.	В рудничной вентиляции разность динамических давлений воздушного потока называется депрессией...	2. статической 3. обычной 4. динамической 5. простой
9.	Скоростная депрессия на участке выработки с одинаковой площадью сечения...	1. равна 0 2. меньше 0 3. больше 0 4. постоянна 5. меняется в зависимости от скорости воздуха
10.	На схеме, изображенной на рисунке, известны площади поперечного сечения выработок (S ₁ , S ₂ , S ₃ , S ₄) и скорость воздуха (V ₁ , V ₂ , V ₃). Определите скорость воздушного потока в сечении S ₄ .	1. $V_4 = \frac{S_1 V_1 + S_2 V_2 + S_3 V_3}{S_4}$ 2. $V_4 = \frac{S_1 V_1 - S_2 V_2 + S_3 V_3}{S_4}$ 3. $V_4 = \frac{S_1 V_1 + S_2 V_2 - S_3 V_3}{S_4}$ 4. $V_4 = \frac{S_1 V_1 - S_2 V_2 - S_3 V_3}{S_4}$

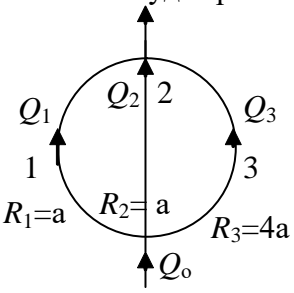
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		
11.	Для турбулентного режима отношение максимальной к средней скорости имеет значение...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 2. 1,23 3. 1500 4. 1000
12.	Утверждение: «при отсутствии заметных эффектов сжатия изменение атмосферного давления на поверхности вызывает равное по величине изменение давления воздуха во всех выработках шахты» следует из закона...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Паскаля 2. Архимеда 3. Бойля-Мариотта 4. Гей-Люссака
13.	Во сколько раз, округленно, отличается единица измерения аэродинамического сопротивления [кц] от [Н с ² /м ⁸]?	<ol style="list-style-type: none"> 1. равна этой единице 2. больше ее на порядок 3. меньше ее на порядок 4. меньше ее в $\sqrt{10}$ раз
14.	Эквивалентное отверстие шахты...	<ol style="list-style-type: none"> 1. равно диаметру рабочего колеса вентилятора 2. круглое отверстие в тонкой стенке, сопротивление которого равно сопротивлению шахты 3. показывает диаметр самого малого сечения стволов шахты 4. показывает диаметр самого малого сечения выработок шахты
15.	Коэффициент аэродинамического сопротивления трения (α) численно выражает...	<ol style="list-style-type: none"> 1. сопротивление выработки при $\Delta(\text{продольный калибр крепи})=1$; 2. величину потерь давления на преодоление сил трения; 3. относительную шероховатость; 4. сопротивление выработки при такой её длине для которой $\frac{PL}{S^3} = 1$
16.	Какие ориентировочные значения в Н с ² /м ⁴ имеют коэффициенты аэродинамического сопротивления трения в лавах, оборудованных комплексами?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,0002 – 0,0004 2. 1,1– 1,2 3. 0,0008 – 0,001 4. 0,045 – 0,120
17.	Продольный калибр крепи представляет...	<ol style="list-style-type: none"> 1. средний диаметр стоек крепи 2. среднее расстояние между стойками крепи 3. отношение расстояния между стойками крепи к их диаметру

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. высота стоек крепи
18.	II-й закон вентиляционных сетей гласит, что для замкнутого контура, не содержащего источника энергии, алгебраическая сумма депрессий всех входящих в контур ветвей равна...	1. 100 Па 2. 50 Па 3. Нулю 4. -2
19.	Общее аэродинамическое сопротивление последовательно соединенных горных выработок равняется...	1. сумме сопротивлений этих выработок 2. 0 3. 1кμ 4. 0,5кμ
20.	При последовательном соединении выработок: h – депрессия; Q – расход; R – аэродинамическое сопротивление	1. $Q = \text{const}; h = \text{const}; R_{\text{полн}} = \text{const}$ 2. $Q = \text{const}; h = \sum_{i=1}^n h_i; R = \sum_{i=1}^n R_i$ 3. $Q = \sum_{i=1}^n Q_i; h = \text{const}; R = \sum_{i=1}^n R_i$ 4. $Q = \text{const}; h = \text{const}; R = \sum_{i=1}^n R_i$

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Угарный газ образуется...	1. при работе двигателя внутреннего сгорания 2. при пожарах 3. при взрывных работах 4. (1), (2) и (3)
2.	Окислы азота в основном образуются...	1. при пожарах 2. при работе двигателя внутреннего сгорания 3. при сварочных работах 4. при взрывных работах
3.	Содержание окислов азота в рудничном воздухе в пересчёте на NO ₂ не должно превышать...	1. 0,0001 2. 0,00015 3. 0,00025 4. 0,00035
4.	Присутствие в запылённом угольной пылью воздухе метана приводит к...	1. снижению верхнего предела взрываемости метана 2. снижению нижнего предела взрываемости пыли 3. увеличению зольности 4. всем вышеперечисленным факторам
5.	Утверждение: «давление на стенки вертикальных и наклонных выработок в точках, расположенных в одной горизонтальной плоскости – одинаково», следует из закона...	1. Паскаля 2. Архимеда 3. Бойля-Мариотта 4. Гей-Люссака
6.	В шахтных вентиляционных потоках существует давление:	1. импульсное 2. кратковременное 3. статическое и динамическое

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. обычное
7.	Статическое давление в выработке главным образом зависит от ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. атмосферного давления 2. площади поперечного сечения выработки 3. температуры воздуха в воздухопадающем стволе 4. влажности воздуха
8.	Динамическое давление воздуха определяется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. его потенциальной энергией 2. объемными силами 3. кинетической энергией 4. выталкивающей силой
9.	Депрессией называется разность...	<ol style="list-style-type: none"> 1. давлений 2. квадратов давлений 3. расходов 4. скоростей
10.	Сравните количество потенциальной и кинетической энергии, содержащейся в воздухе при его движении по воздуховоду, изображенному на рисунке, в 1-ом и 2-ом сечениях... 	<ol style="list-style-type: none"> 1. в 1-ом сечении $E_{\text{пот}}$ и $E_{\text{кин}}$ больше чем во 2-ом; 2. в 1-ом сечении $E_{\text{пот}}$ и $E_{\text{кин}}$ меньше чем во 2-ом; 3. $E_{\text{пот}}$ в 1-ом сечении меньше, $E_{\text{кин}}$ больше; 4. $E_{\text{пот}}$ в 1-ом сечении больше, $E_{\text{кин}}$ меньше.
11.	Формулировка: «на находящееся в воздухе тело действует выталкивающая сила P , направленная вертикально вверх и численно равная весу воздуха W в объеме тела» является законом ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Паскаля 2. Архимеда 3. Бойля-Мариотта 4. Гей-Люссака
12.	Для ламинарного режима движения отношение максимальной к средней скорости имеет значение...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 2. 1,23 3. 1500 4. 1000
13.	Величина эквивалентного отверстия шахты или выработки пропорциональна:	<ol style="list-style-type: none"> 1. квадрату депрессии 2. отношению расхода воздуха к квадратному корню из депрессии 3. аэродинамическому сопротивлению выработки в степени (-1/2) 4. (2) + (3)
14.	Характеристикой шахты (выработки) называется зависимость между депрессией (h) и расходом воздуха (Q) в виде:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $h = \frac{R}{Q}$ 2. $h = RQ^2$ 3. $h = R \ln Q$ 4. $h = Q^2$
15.	Графиком характеристики шахты является...	1. парабола

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		2. гипербола 3. логарифмическая кривая 4. синусоида
16.	Аэродинамическое сопротивление трения R определяется по формуле... где P – периметр; L – длина; S – площадь сечения; α - коэффициент сопротивления трению	1. $R = \alpha \cdot \frac{S}{P \cdot L}$ 2. $R = \frac{\alpha \cdot P}{S}$ 3. $R = \alpha \frac{PL}{S^3}$ 4. $R = \alpha \cdot S^4$
17.	Коэффициент аэродинамического сопротивления трения зависит от ...	1. продольного калибра крепи и шероховатости стенок выработки 2. площади поперечного сечения 3. формы выработки 4. всех вышеперечисленных факторов
18.	Для схемы, показанной на рисунке расход воздуха в ветви № 3 будет равен... 	1. $0,25 Q_0$ 2. $0,45 Q_0$ 3. $0,80 Q_0$ 4. Q_0
19.	Общее сопротивление $R_{общ}$ параллельного соединения двух одинаковых выработок ($R_1=R_2=a$) равно..., где R -аэродинамическое сопротивление	1. $2a$ 2. a 3. $0,5 a$ 4. $0,25 a$
20.	Направление движения воздуха в диагонали зависит от...	1. соотношения произведений сопротивлений противоположных ветвей 2. сопротивления диагонали 3. общего сопротивления 4. общего расхода воздуха

6. 3. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

6. 3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает	Студент	Студент хорошо	Студент в полном

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Проектирование вентиляции при строительстве подземных сооружений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.О. Каледина [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2016. — 80 с

<https://e.lanbook.com/book/74371>

2. Каледина Н.О. Расчет аэродинамических параметров выработанных пространств [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Н.О. Каледина, С.С. Кобылкин. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2015. — 44 с.

<https://e.lanbook.com/book/74370>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ушаков К.З. Аэрология горных предприятий [Текст]: / К.З. Ушаков, А.С. Бурчаков, Л.А. Пучков, И.И. Медведев. М.: Недра, 1987. - 421 с.

2. Шувалов Ю.В. Вентиляция шахт, рудников и подземных сооружений. Учебное пособие [Текст]: // Ю.В. Шувалов, С.Г. Гендлер, М.М. Сметанин, И.А. Павлов, В.В. Смирняков. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), СПб: 2007. - 159 с..

3. Смирняков В.В. Вентиляция шахт и рудников. Лабораторный практикум [Текст]: // Смирняков В.В., К.Г. Синопальников, Н.А. Хохлов. СПб: СПГГИ (ТУ), 2003. - 95 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Гендлер С.Г., Попов М.М., Смирняков В.В. // Аэрология горных предприятий. Расчет и выбор шахтных вентиляторов [Электронный ресурс]. Методические указания по курсовому проектированию. СПб: 2015. - 39 с.

Режим доступа: http://ior.spmi.ru/sites/default/files/l/l_1528963382.pdf.

2. Коршунов Г.И. Кротов Н.В. Гридина Е.Б. Мироненкова Н.А. Смирняков В.В. // Аварии на объектах угольной и горно-рудной промышленности [Электронный ресурс]. Учебное пособие. СПб: 2013. - 152 с.

Режим доступа: http://ior.spmi.ru/sites/default/files/kz/kz_1528969215.pdf.

3. Смирняков В.В. // Аэрология горных предприятий [Электронный ресурс]. Программа и методические указания по курсовому проектированию. СПб: 2015. - 11 с.

Режим доступа: http://ior.spmi.ru/sites/default/files/l/l_1528964157.pdf.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.

11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.ru/cgibin/tkv.pl>

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.

13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Основная лекционная аудитория включает 36 посадочных мест и имеет:

Мебель:

Стол аудиторный – 18 шт., стол преподавательский – 1 шт., стул – 40 шт., трибуна – 1 шт., шкаф преподавателя ArtM – 1 шт.

Компьютерная техника:

Видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., доска интерактивная Polyvision evo 2610A – 1 шт., источник бесперебойного питания Poverware 5115 750i – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., компьютер CompuMir – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720xl – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 – 1 шт., монитор ЖК «17» Dell – 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter – 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., устройство светозащитное – 3 шт., крепление SMS Projector – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий и лабораторных работ.

Лаборатории оснащены оборудованием, измерительными приборами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Аэрологическая безопасность».

Мебель лабораторная:

24 посадочных места, стол пристенный 1500×850×750 – 13 шт., стол для компьютера ЛАБ-1200 – 2 шт., стол SS 16 NF 160×80 – 1 шт., стул – 27 шт., кресло для преподавателя – 4 шт., доска ауд. поворотная ДП-12 1500*1000 бел – 1 шт., стеллаж закрытый КД-152 – 1 шт., доска магнитная (фломастер) – 1 шт., стеллаж к пристенному столу 1500*230*1240 – 13 шт., устройство светозащитное – 3 шт.

Оборудование и приборы:

Стенд «Основы газовой динамики» ОГД-010-11ЛР-01, позволяющий выполнять более 15 различных лабораторных работ – 4 шт. Специализированная аэродинамическая установка по аэрологии подземных сооружений для выполнения 13 различных работ – 2 шт.

микроманометр типа ММН-2400 – 1 шт., барометр.

Прибор для определения скорости воздуха АПР-2 – 4 шт., прибор контроля пылевзрывобезопасности горных выработок ПКП, прибор контроля запыленности воздуха ПКА-01, портативный мультигазоанализатор во взрывозащищенном исполнении «Gasens», пробоотборное устройство ПОУ-04, анемометр АПР-2 – 4 шт., крыльчатый анемометр АСО-3 – 2 шт., чашечный анемометр МС-13 – 2 шт., комбинированный измеритель типа ТАММ-20 – 1 шт.

Компьютерная техника:

Монитор ЖК HP 22// LA2205wg – 11 шт., системный блок HP6000 Pro – 11 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедиа проектор MitsubischiXD280U – 1 шт., источник бесперебойного питания Poverware 5115 750i – 1 шт., монитор ЖК 17" Dell – 2 шт., компьютер CompuMir – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., масштабатор Kramer VP-720xl – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 512 – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink RemotePoint Global Presenter – 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 – 1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., точка доступа антенны VI-FI D-Link DWL-2100AP – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., экран моторизованный Draper Premier – 1 шт., подвеска для проектора SMS AERO – 1 шт., пульт ДУ ИК Grandview – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter – 1 шт.

8.2 Помещения для самостоятельной работы:

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007
(обслуживание до 2020 года)

8.3 Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4 Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)