Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство образования и науки Кыргызской Республики

Межгосударственная образовательная организация высшего образования Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина.

Фонд
оценочных средств
по дисциплине Аэрология предприятий горнопромышленного комплекса

Уровень высшего образования СПЕЦИАЛИТЕТ
Направление подготовки 21.05.04 – РФ 630003- КР
Горное дело
Квалификация горный инженер

Бишкек 2026 г.

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по специальности «Горное дело» по дисциплине «Аэрология предприятий горнопромышленного комплекса»

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта

Протокол № 1 от 02.09.2026 г.

Руководитель подразделения: Алсеитов М.Т.

Исполнители:
к.г.-м.н., доцент Абдурахмонов Г.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по образовательной деятельности Политехнического института

_____Комарцов Никита Михайлович

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1: Способен организовывать и контролировать горные и взрывные работы при разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов.	**Знать:** аэрологические процессы в шахтах и карьерах; источники пыле- и газовыделения; принципы вентиляции.
	Уметь: рассчитывать расход воздуха; анализировать аэрологическую обстановку; разрабатывать мероприятия по снижению загрязнения.
	Владеть: методами контроля (газоанализаторы, анемометры) анализом вентиляционных схем
ПК-2: Способен обеспечивать экологическую безопасность при ведении горных работ и контролировать соответствие технологических процессов нормативным требованиям.	**Знать:** ПДК, ПДВ, нормативы; методы пылеподавления
	Уметь: оценивать загрязнение воздуха; рассчитывать рассеивание
	Владеть: методами экологического мониторинга
ПК-5: Способен разрабатывать проектные и нормативные документы по ведению горных и горно-строительных работ.	**Знать:** нормативную документацию; принципы проектирования вентиляции
	Уметь: разрабатывать разделы ППР; выполнять инженерные расчёты
	Владеть: оформлением технической документации

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аэрология предприятий горнопромышленного комплекса»

Курс/семестр: 5/10

Количество кредитов (ЗЕ): 4

Отчетность: экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Теоретические основы аэрологии горного производства	Текущий контроль	Посещение занятий, активность на практических занятиях	3	7	28
	Рубежный контроль	Опрос, задачи, тест	7	10	
Модуль 2					
Аэрология подземных горных работ (вентиляция шахт и рудников)	Текущий контроль	Посещение занятий, активность на практических занятиях	3	7	33
	Рубежный контроль	Тест, расчёты	7	10	
Модуль 3					
Аэрология открытых горных работ (карьеры)	Текущий контроль	Посещение занятий, активность на практических занятиях	3	8	36
	Рубежный	Тест, расчёты	7	10	

	контроль				
Модуль 4					
Обеспечение безопасности и экологичности аэрологических процессов	Текущий контроль	Посещение занятий, активность на практических занятиях	3	8	41
	Рубежный контроль	Аналитическое задание	7	10	
ВСЕГО за семестр			**40**	**70**	
Промежуточный контроль (Экзамен)		Устный опрос (Билеты)	**20**	**30**	
Семестровый рейтинг по дисциплине			**60**	**100**	

Модуль	логически завершенная часть дисциплины
Текущий контроль	самостоятельная работа обучающегося, посещаемость и активность на занятиях
Рубежный контроль	проверка полноты знаний и умений (достижения образовательных результатов) по материалу модуля в целом
Промежуточный контроль	завершенная задокументированная часть учебной дисциплины – совокупность тесно связанных между собой модулей дисциплины.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА)

Блок А (знания)

Вопросы для опроса

1. Предмет и задачи аэрологии горного производства
2. Роль аэрологии в обеспечении безопасности
3. Основные свойства воздуха
4. Основные свойства газов
5. Параметры воздушного потока
6. Законы аэродинамики
7. Уравнение неразрывности потока
8. Давление и его виды в аэрологии
9. Скорость движения воздуха
10. Аэродинамическое сопротивление
11. Виды аэродинамических сопротивлений
12. Теплообмен в горных выработках
13. Массообмен в воздушной среде
14. Источники газовыделения
15. Источники пылеобразования
16. Виды вентиляции шахт
17. Схемы вентиляции шахт
18. Главные вентиляторы
19. Вспомогательная вентиляция
20. Вентиляционные сети
21. Принципы расчёта вентиляционных сетей
22. Распределение воздуха в выработках

23. Газовый режим шахт
24. Метан и его свойства
25. Углекислый газ в шахтах
26. Пылеобразование в подземных условиях
27. Проветривание очистных выработок
28. Проветривание подготовительных выработок
29. Дегазация шахт
30. Аварийные ситуации (загазование, пожары)
31. Особенности аэрологии карьеров
32. Влияние глубины карьера
33. Влияние конфигурации карьера
34. Метеорологические факторы
35. Влияние ветра на аэрологию
36. Температурные инверсии
37. Загрязнение атмосферы при буровзрывных работах
38. Пылеобразование при транспортировании
39. Методы пылеподавления
40. Методы газозащиты
41. Нормативное обеспечение аэрологии
42. ПДК вредных веществ
43. Экологическая безопасность
44. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)
45. Экологический контроль
46. Системы аэрологического мониторинга
47. Применение датчиков в аэрологии
48. Использование ПЛК в системах контроля
49. SCADA-системы в горном производстве
50. Методы анализа рисков (FMEA, HAZOP)

Блок А. Тестовые задания

1. Предмет аэрологии изучает:

а) движение горных пород

б) движение воздуха в горных выработках

в) работу оборудования

г) геологию месторождений

2. Основной параметр вентиляции:

а) давление

б) расход воздуха

в) влажность

г) температура

3. Единица измерения расхода воздуха:

а) Па

б) м/с

в) $м^3/с$

г) кг

4. Основной закон аэродинамики:

а) закон Ома
б) закон Бернулли
в) закон Архимеда
г) закон Гука

5. Аэродинамическое сопротивление зависит от:

а) цвета породы
б) формы выработки
в) времени суток
г) глубины залегания

6. Основной вредный газ в шахтах:

а) кислород
б) метан
в) азот
г) водород

7. ПДК — это:

а) давление газа
б) предельно допустимая концентрация
в) скорость воздуха
г) плотность среды

8. Основной источник пыли:

а) вентиляция
б) буровзрывные работы
в) освещение
г) охлаждение

9. Главный вентилятор предназначен для:

а) охлаждения
б) проветривания шахты
в) удаления воды
г) подачи энергии

10. Вентиляционная сеть — это:

а) система труб
б) система выработок
в) система кабелей
г) система машин

11. Основной параметр газа:

а) цвет
б) концентрация
в) форма
г) масса

12. Основной метод пылеподавления:

а) нагрев
б) охлаждение
в) орошение
г) освещение

13. Температурная инверсия — это:

а) повышение давления
б) изменение температуры с высотой
в) снижение скорости
г) изменение влажности

14. Расход воздуха рассчитывается по формуле:

а) $Q = v \cdot S$
б) $Q = m \cdot g$
в) $Q = U \cdot I$
г) $Q = F \cdot t$

15. Скорость воздуха измеряется:

а) манометром
б) анемометром
в) термометром
г) барометром

16. Основная цель вентиляции:

а) повышение температуры
б) обеспечение безопасности
в) снижение давления
г) увеличение скорости

17. Основной источник газа в шахте:

а) оборудование
б) горные породы
в) воздух
г) вода

18. Метан опасен из-за:

а) цвета
б) взрывоопасности
в) температуры
г) плотности

19. SCADA-система используется для:

а) бурения
б) мониторинга и управления
в) транспортировки
г) дробления

20. ПЛК применяется для:

а) освещения
б) автоматизации процессов
в) охлаждения
г) бурения

21. Датчики газа измеряют:

а) давление
б) концентрацию
в) температуру
г) скорость

22. FMEA — это метод:

а) расчёта скорости

б) анализа отказов

в) бурения

г) транспортировки

23. HAZOP используется для:

а) проектирования

б) анализа опасностей

в) измерений

г) бурения

24. Основной фактор аэрологии карьера:

а) давление

б) ветер

в) глубина

г) влажность

25. Основная цель экологического контроля:

а) увеличение добычи

б) соблюдение нормативов

в) снижение скорости

г) повышение давления

Блок В (умения)

Типовые задачи

Раздел 1. Теоретические основы аэрологии

1. Рассчитать расход воздуха в выработке, если скорость воздуха 2 м/с, площадь сечения 5 м².

2. Определить скорость воздуха, если расход составляет 20 м³/с, площадь сечения 4 м².

3. Рассчитать площадь сечения выработки при расходе 15 м³/с и скорости 3 м/с.

4. Определить аэродинамическое сопротивление участка выработки при заданных параметрах (по формуле $R = \Delta P / Q^2$).

5. Рассчитать перепад давления при известном сопротивлении и расходе воздуха.

6. Определить плотность воздуха при заданных температуре и давлении (упрощённо).

7. Оценить влияние увеличения скорости воздуха на сопротивление сети (качественный анализ).

Раздел 2. Аэрология подземных горных работ

8. Рассчитать общий расход воздуха для шахты, если суммарное потребление по участкам составляет 120 м³/с.

9. Определить распределение воздуха по двум параллельным выработкам при равном сопротивлении.

10. Рассчитать концентрацию метана в выработке при заданном притоке газа и расходе воздуха.

11. Определить необходимый расход воздуха для разбавления газа до ПДК.

12. Рассчитать устойчивость вентиляционной сети при изменении сопротивления одного участка.

13. Определить параметры проветривания очистного забоя.

14. Рассчитать сопротивление вентиляционного трубопровода.

15. Проанализировать ситуацию аварийного загазования и предложить меры.

Раздел 3. Аэрология открытых горных работ

16. Рассчитать скорость ветра в карьере при заданных условиях (по эмпирическим зависимостям).

17. Определить концентрацию пыли после взрыва при известной массе выброса.

18. Рассчитать зону рассеивания загрязняющих веществ.

19. Оценить эффективность системы пылеподавления (до/после).

20. Рассчитать необходимый расход воздуха для проветривания карьера.

Раздел 4. Безопасность и экологичность

21. Оценить соответствие концентрации газа нормативам ПДК.

22. Рассчитать уровень риска аварии по заданным параметрам (упрощённая модель).

23. Определить параметры системы мониторинга (количество датчиков).

24. Разработать алгоритм работы системы контроля (ПЛК).

25. Выполнить анализ аварийной ситуации методом FMEA.

Блок С (владение)

Практико-ориентированные задания

Раздел 1. Анализ аэрологической обстановки

1. Выполнить анализ аэрологической обстановки в подземной выработке по заданным параметрам (расход воздуха, концентрация газа, температура).
2. Определить основные источники пыле- и газовыделения на участке горных работ и оценить их влияние.
3. Построить схему движения воздушных потоков в выработке и выявить проблемные зоны.
4. Провести анализ влияния геомеханических условий на аэрологию шахты.
5. Оценить аэрологическую обстановку карьера при неблагоприятных метеоусловиях (инверсия, слабый ветер).

Раздел 2. Проектирование и расчёт

6. Разработать схему вентиляции шахты с указанием направлений потоков воздуха.
7. Составить схему проветривания карьера с учетом рельефа и ветрового режима.
8. Разработать мероприятия по снижению запыленности на участке буровзрывных работ.
9. Выполнить расчет и обоснование выбора вентиляционного оборудования.
10. Разработать комплекс мероприятий по улучшению аэрологической обстановки на предприятии.

Раздел 3. Цифровизация и автоматизация

11. Разработать структуру системы аэрологического мониторинга (датчики, ПЛК, SCADA).
12. Составить схему размещения датчиков (газ, пыль, температура) на горном объекте.
13. Описать алгоритм работы системы контроля аэрологической безопасности (логика ПЛК).
14. Разработать систему сигнализации при превышении ПДК.
15. Выполнить анализ данных мониторинга и предложить управленческие решения.

Раздел 4. Безопасность и риск-анализ

16. Провести анализ аварийной ситуации (загазование, пожар) и разработать план действий.
17. Выполнить FMEA-анализ вентиляционной системы (выявить отказ, последствия, меры).
18. Провести HAZOP-анализ для параметра «расход воздуха».
19. Разработать мероприятия по снижению риска аварийных ситуаций.
20. Выполнить комплексную оценку аэрологической безопасности предприятия (с выводами).

Критерии оценки

полнота решения — 30%
обоснованность — 30%
практическая применимость — 20%
логика и оформление — 20%

Аналитические задания

1. Анализ аэрологических процессов в подземных и открытых горных работах
2. Влияние геомеханических условий на аэрологическую обстановку шахт
3. Анализ источников пыле- и газовыделения в горном производстве
4. Анализ эффективности вентиляционных систем шахт
5. Сравнительный анализ схем вентиляции (нагнетательная, всасывающая, комбинированная)
6. Анализ причин аварий, связанных с нарушением вентиляции
7. Анализ аэрологической обстановки карьеров при различных метеоусловиях
8. Оценка влияния буровзрывных работ на загрязнение атмосферы
9. Анализ эффективности методов пылеподавления

10. Анализ соответствия аэрологической обстановки нормативам ПДК
11. Оценка воздействия горного предприятия на окружающую среду
12. Анализ применения автоматизированных систем мониторинга (датчики, ПЛК, SCADA)
13. Роль цифровизации (Industry 4.0) в обеспечении аэрологической безопасности
14. Анализ рисков аварийных ситуаций (загазование, пожары)
15. Применение методов FMEA и HAZOP для оценки аэрологической безопасности

Рекомендации по выполнению

Объём: 5–10 страниц
Структура:
введение
анализ проблемы
расчёты/схемы (при необходимости)
предложения
выводы

Критерии оценки

глубина анализа — 30%
обоснованность выводов — 30%
использование нормативов — 20%
логика и оформление — 20%

1. КЕЙСЫ (РЕАЛЬНЫЕ АВАРИИ)

Кейс 1. Загазование в шахте

Условие: в результате нарушения вентиляции в очистном забое произошло накопление метана. Концентрация достигла 2,5%.

Задание: определить причину аварии**;** оценить опасность ситуации**;** предложить меры устранения**;** разработать схему контроля.

Ожидаемый результат: выявление недостаточного воздухообмена**;** предложение усиления вентиляции**;** внедрение газовых датчиков.

Кейс 2. Пылевое загрязнение карьера

Условие: после массового взрыва наблюдается превышение ПДК пыли в 3 раза.

Задание: определить источники загрязнения; рассчитать зону рассеивания; предложить методы пылеподавления

Решение включает: орошение**;** пылеулавливание**;** корректировку графика взрывов

Кейс 3. Авария вентилятора

Условие: остановка главного вентилятора шахты.

Задание: оценить последствия**;** разработать план действий**;** предложить резервирование

Критерии оценки кейсов

анализ причин — 20%
обоснованность решений — 40%
применение нормативов — 20%
логика — 20%

2. ЦИФРОВИЗАЦИЯ (PLC, SCADA, ДАТЧИКИ)

Задание 1. Разработка системы мониторинга

Условие: необходимо разработать систему контроля аэрологической обстановки.

Требуется: выбрать датчики (газ, пыль, температура)**;** разработать структуру системы**;** описать алгоритм работы**;** ожидаемая структура

Задание 2. Алгоритм работы системы

Студент должен описать: сбор данных; обработка сигналов; принятие решений; аварийное отключение

Критерии оценки

полнота системы — 30%

правильность логики — 30%

3. РИСК-АНАЛИЗ (FMEA, HAZOP)

Задание 1. FMEA-анализ

Объект: вентиляционная система шахты

Элемент	Отказ	Последствие	Вероятность	Меры
Вентилятор	остановка	загазование	высокая	резервирование
Датчик	отказ	ложные данные	средняя	дублирование

Задание:

1. Заполнить таблицу
2. Рассчитать риск (RPN)
3. Предложить меры

Задание 2. HAZOP-анализ

Пример параметра: расход воздуха

Параметр	Отклонение	Причина	Последствие	Меры
Расход воздуха	меньше	отказ вентилятора	загазование	резерв

Задание:

- провести анализ для 3 параметров
- предложить меры

Критерии оценки риск-анализа

корректность анализа — 30%

полнота — 30%

логика — 20%

практическая применимость — 20%

инновационность — 20%

обоснование — 20%