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.

Высшая школа Природопользования, мехатроника и транспорт

Фонд оценочных средств

Автоматизация производственных процессов в горном производстве

Уровень высшего образования Специалитет
Специальность 21.05.04 — РФ, 630003 — КР Горное дело
Специализация «Открытые горные работы»
Форма обучения — очная

Бишкек 2026

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по специальности «Горное дело» по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в горном производстве»

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.ф.-м.н., доцент _____Матюков В.Е.

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по образовательной деятельности Политехнического института _____Комарцов Никита Михайлович

1 Перечень компетенций и этапы их формирования

ПК-1: Способен организовывать и контролировать горные и взрывные работы при разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов.

ПК-3: Способен разрабатывать, внедрять и контролировать выполнение оперативных и стратегических планов горных работ.

ПК-6: Способен применять специализированное ПО для проектирования и оценки технико-экономических показателей.

Код ФОС	Пункт РПД и результат обучения
З.1	3.1.1 Основные принципы и методы автоматизации технологических процессов в горном производстве, структуру и функции автоматизированных систем управления горными работами.
З.2	3.1.2 Состав и назначение технических средств автоматизации: датчиков, контроллеров, систем диспетчеризации и мониторинга карьерного оборудования.
З.3	3.1.3 Современные программные комплексы и цифровые технологии, применяемые для автоматизации проектирования, планирования и контроля горных работ.
У.1	3.2.1 Применять автоматизированные системы контроля и управления для анализа параметров технологических процессов при ведении открытых горных работ.
У.2	3.2.2 Использовать специализированное программное обеспечение для планирования, проектирования и оценки эффективности горных работ.
У.3	3.2.3 Анализировать данные автоматизированных систем управления и принимать решения по оптимизации производственных процессов.
В.1	3.3.1 Навыками работы с программными и техническими средствами автоматизации горного производства.
В.2	3.3.2 Методами анализа производственных показателей на основе данных автоматизированных систем мониторинга и управления.
В.3	3.3.3 Практическими приемами применения цифровых технологий и программных комплексов для повышения эффективности и безопасности горных работ.

Этап и компетенции	Результаты и средства контроля
Раздел 1 — ПК-1, ПК-6	З1, З2, З3, У1, В1. А1–А5, О1–О4, П1–П4, С1.
Раздел 2 — ПК-1, ПК-3	З1, З2, У1, У3, В1, В2, В3. А6–А10, О5–О8, П5–П9, С2.
Раздел 3 — ПК-1, ПК-3	З1, З2, У3, В1, В2, В3. А11–А15, О9–О12, П10–П14, С3.
Раздел 4 — ПК-3, ПК-6	З3, У2, У3, В1, В2, В3. А16–А20, О13–О16, П15–П19, С4.
Промежуточная аттестация	Обобщение по всем трём компетенциям: блок D, комплект билетов. Практические навыки работы в ПО дополнительно подтверждаются файлами П15–П19 и С4.

2 Технологическая карта дисциплины

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Основы автоматизации горного производства	Текущий контроль	опрос, тестирование, практические работы, глоссарий, СРС	3	7	4
	Рубежный контроль	тестирование, расчётное задание	7	10	
Модуль 2					
Автоматизация процессов открытых горных работ	Текущий контроль	практические работы, рабочая тетрадь, СРС	3	7	9
	Рубежный контроль	расчётно-аналитическое или ситуационное задание	7	10	
Модуль 3					
Автоматизация процессов	Текущий контроль	практические работы, задания,	3	8	13

подземной разработки месторождений		СРС			
	Рубежный контроль	расчёты, ситуационное задание	7	10	
Модуль 4					
Программные и цифровые системы управления горным производством	Текущий контроль	практические работы, кейсы, СРС	3	8	18
	Рубежный контроль	комплексное практико-ориентированное задание	7	10	
ВСЕГО за семестр			**40**	**70**	
Промежуточный контроль (зачет с оценкой)		(Билеты)	**20**	**30**	
Семестровый рейтинг по дисциплине			**60**	**100**	

3 Типовые контрольные задания и материалы

Блок А Проверка теоретических знаний

А0 Фонд тестовых заданий

Каждый раздел содержит 5 вопросов, 10 минут, индивидуально, без справочных материалов. В каждом вопросе один правильный ответ. За верный ответ 1 балл, за неверный или отсутствующий 0.

А1 Что замыкает систему автоматического регулирования?

А) Измерение результата и передача его регулятору

Б) Только ручной ввод задания

В) Только архивирование отчёта

Г) Отключение датчика

А2 Какова основная функция датчика?

А) Формировать сменный план

Б) Преобразовать измеряемую величину в пригодный для обработки сигнал

В) Выбирать специализацию работника

Г) Утверждать проект

А3 **Какой элемент непосредственно изменяет воздействие на объект?**

А) Архив

Б) Экран диспетчера

В) Исполнительный механизм

Г) Справочник

А4 Основная функция диспетчерского мониторинга?

А) Исключать любые отказы

Б) Заменять все уровни управления

В) Утверждать нормативные акты

Г) Наблюдать состояние, события и показатели оборудования

А5 Чем модель отличается от самого производственного объекта?

А) Описывает его в пределах принятых данных и допущений

Б) Всегда содержит все реальные процессы

В) Не требует исходных данных

Г) Не допускает проверки

А6 Какой набор данных нужен для контроля глубины бурения?

А) Только номер смены

Б) Проектная глубина, измеренная глубина, идентификатор и время

В) Только фамилия оператора

Г) Только год выпуска станка

А7 Для чего АСУ ГТК учитывает время рейсов?

А) Чтобы не учитывать простои

Б) Для замены измерений предположениями

В) Для оценки циклов и распределения машин

Г) Для отмены производственного плана

А8 Что обязательно различать в журнале контроля буровзрывных работ?

А) Случайные и постоянные цвета

Б) Только номера листов

В) Только название ПО

Г) Проектные значения, измеренный факт и статус проверки

А9 Как вычислить выполнение плана?

А) Факт / план × 100 %

Б) План / факт × 100 %

В) Факт минус время

Г) Сумма простоев

А10 Что показывает временная метка события экскаватора?

А) Нормативный срок службы

Б) Время регистрации события для анализа последовательности

В) Величину запасов

Г) Обязательную причину отказа

А11 Какие величины нужны для определения расхода воздуха по сечению?

А) Только температура

Б) Только длина выработки

В) Средняя скорость и площадь сечения

Г) Только мощность двигателя

А12 Как учитывать отказ канала контроля в учебной модели?

А) Считать сигнал исправным

Б) Подставить ноль и продолжить без отметки

В) Удалить событие из архива

Г) Выделить недостоверность и выполнить предусмотренную реакцию

А13 Какова задача блокировки подземного транспорта?

А) Не допускать заданного несовместимого сочетания состояний

Б) Увеличивать скорость при любом сигнале

В) Отключать архив

Г) Заменять проект

А14 Зачем архивировать аварийные события?

А) Чтобы автоматически установить виновного

Б) Для восстановления последовательности и анализа реакции

В) Чтобы отказаться от диагностики

Г) Чтобы повысить предел датчика

А15 Что нужно проверить при нулевой скорости ленты и работающем приводе?

А) Только наличие плана

Б) Только цвет индикатора

В) Достоверность сигналов и состояние движения в рамках регламента

Г) Сразу объявить нормальную работу

А16 Что необходимо при передаче цифровой модели между системами?

А) Только одинаковые названия файлов

Б) Только число страниц

В) Только тип принтера

Г) Согласованные единицы, координаты и структура атрибутов

А17 Какова характерная функция MES?

А) Учет и координация исполнения производственных заданий

Б) Первичное преобразование давления

В) Механическое торможение

Г) Физическое разрушение породы

А18 Зачем проверять формулы расчётного файла?

А) Для увеличения размера файла

Б) Для воспроизводимости и обнаружения ошибок

В) Чтобы заменить исходные данные

Г) Чтобы исключить необходимость единиц

А19 Чему равен простой срок окупаемости?

А) Сумме всех выручек

Б) Приросту объёма / затратам

В) Вложениям / положительному годовому чистому эффекту

Г) Всегда одному году

А20 Как обосновать выбор варианта автоматизации?

А) Только рекламным описанием

Б) Только названием разработчика

В) Только максимальным объёмом выпуска

Г) Сравнением показателей, затрат, ограничений и допущений

А1 Вопросы для текущего опроса и рубежного собеседования

Время ответа на один вопрос — до 3 минут, индивидуально. Можно использовать собственную схему или таблицу, подготовленную к занятию. Каждый вопрос оценивается 0–2:

2 — названы все опорные элементы и объяснены связи;

1 — ответ частичный без принципиальной ошибки;

0 — отсутствует или содержит принципиальную ошибку.

Средний балл четырёх вопросов составляет максимум 2 в контрольной точке. На рубежном контроле те же вопросы применяются для обратной связи без повторного начисления баллов.

1. Назовите уровни автоматизации и покажите отличие автоматического управления от диспетчерского наблюдения.
2. Постройте словесную цепь регулирования подачи материала.
3. Какие сведения о датчике нужны для выбора учебного канала контроля?
4. Какие данные передаются от оборудования диспетчеру и в систему планирования?
5. Какие задачи решает автоматизация карьерного бурения?
6. Какие сведения необходимо сопоставлять при цифровом контроле буровзрывных работ?
7. Как диспетчеризация помогает перераспределять самосвалы?
8. Что позволяет установить журнал работы экскаватора?

9. Назовите функции автоматизации подземного транспорта.

10. Какие сигналы нужны для учебной системы вентиляционного мониторинга?

11. Как различать предупреждение и недостоверность измерения?

12. Как оценить внедрение автоматизации на шахте?

13. Какие задачи решают специализированные комплексы?

14. Какие данные нужны для цифровой модели предприятия?

15. Как связаны АСУТП и MES при учёте выполнения плана?

16. Какие ограничения имеет простой срок окупаемости?

Блок В Практические и расчётные задания

П1–П19 соответствуют всем 19 практическим темам РПД. Задания выполняются индивидуально на занятиях в пределах указанных часов; академический час равен 45 минутам. Преподаватель предоставляет исходные учебные таблицы из условий, схему объекта и при необходимости учебный программный проект. Разрешены конспект, калькулятор и предоставленная документация.

Результат — схема, расчёт или файл с формулами и краткий вывод; в конце — демонстрация и вопросы до 5 минут в пределах занятия.

Для каждой работы общая шкала 0–10:

- исходные данные и постановка — 2;
- метод или схема — 3;
- вычисления либо реализация — 3;
- проверка и обоснованный вывод — 2.

Внутри критерия: полный корректный результат — максимум, частичный — от 1 до максимума минус 1, отсутствующий или неверный — 0; в критерии на 2 балла частичному соответствует 1. Обоснованная альтернативная схема принимается. Оценка:

9–10 — отлично,

7–8 — хорошо,

6 — удовлетворительно,

0–5 — неудовлетворительно.

Баллы группы переводятся в рейтинг по технологической карте.

П1 Анализ структуры АСУ предприятия. Компетенции: ПК-1, ПК-6. Результаты: З1, У1, В1.

Задание. Для карьера даны датчик массы, контроллер конвейера, экран диспетчера, архив и модуль сменного планирования. Распределите элементы по уровням, задайте направления обмена и укажите две проверки достоверности.

П2 Измерительный канал. Компетенции: ПК-1, ПК-6. Результаты: З2, У1, В1.

Задание. Учебный датчик давления имеет линейный диапазон 0–10 МПа и выход 4–20 мА. Измерено 12 мА. Найдите давление и сформируйте таблицу для 4, 8, 12, 16 и 20 мА. Ток 2 мА находится за диапазоном. Как пометить запись?

П3 Функциональная схема контроля. Компетенции: ПК-1, ПК-6. Результаты: З2, У1, В1, В3.

Задание. Постройте учебную схему контроля скорости конвейера с заданием 2 м/с. Измерено 1,8 м/с. Покажите элементы контура и рассчитайте ошибку e = задание − факт. Опишите реакцию на недостоверность датчика без назначения реальных защитных уставок.

П4 Анализ диспетчерских данных. Компетенции: ПК-1, ПК-6. Результаты: З1, У3, В2.

Задание. За 60 минут машина была в работе 42 минуты, в ожидании 12, на обслуживании 6. Рассчитайте доли состояний. Предложите, какие дополнительные данные нужны для объяснения ожидания.

П5 Мониторинг буровой установки. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У1, У3, В2.

Задание. Проектная глубина трёх скважин 10 м. Факт: 9,8; 10,1; 10,0 м. Рассчитайте отклонения и выделите строки для проверки по учебному критерию «отклонение» > 0,15 м.

П6 Цифровой контроль буровзрывных работ. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У1, У3, В2, В3.

Задание. Учебный журнал: скважина 1 — глубина проект/факт 12/11,8 м, масса зарядки проект/факт 100/98 кг; скважина 2 — 12/12 м, 100/101 кг. Найдите отклонения и относительные отклонения, задайте поля цифровой записи и порядок рассмотрения расхождений. Не рассчитывайте реальную схему взрывания.

П7 Диспетчеризация карьерного транспорта. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У1, У3, В2.

Задание. Четыре самосвала грузоподъёмностью 90 т работают с циклом 30 минут. За час эффективной работы без дополнительных потерь оцените выпуск. После изменения диспетчеризации цикл стал 27 минут. Сравните установившуюся часовую производительность.

П8 Мониторинг экскаватора. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У1, У3, В2.

Задание. За 8 часов зарегистрированы 5 часов погрузки, 1 час перемещений, 1,5 часа ожидания транспорта и 0,5 часа обслуживания. За время погрузки отгружено 6000 т. Найдите производительность за погрузку и за смену, долю ожидания.

П9 Корректировка оперативного плана. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У3, В2, В3.

Задание. Сменный план 10 000 т на 8 часов. Через 4 часа факт 4400 т. Рассчитайте выполнение промежуточного равномерного плана и необходимый темп на оставшееся время. Доступная производительность после корректировки — 1450 т/ч.

П10 Автоматизация шахтного транспорта. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У3, В1, В3.

Задание. На учебном однопутном участке заданы признаки «участок свободен», «маршрут готов», «связь исправна». Разрешение движения выдаётся только при трёх истинных признаках. Составьте логическую формулу и таблицу истинности.

П11 Расчёт вентиляционного мониторинга. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У3, В1, В2.

Задание. Площадь сечения 12 м², средняя скорость 2,5 м/с. Найдите расход. Учебное задание требует 36 м³/с: какая средняя скорость соответствует заданию и каково отклонение факта от задания?

П12 Мониторинг безопасности шахты. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У3, В1, В3.

Задание. Смоделируйте обработку четырёх входов: значение в пределах заданного учебного диапазона; выше верхней границы; нет свежего сообщения; отказ датчика. Для каждого укажите статус, запись в журнале и направление сообщения.

П13 Контроль подземного конвейера. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У3, В1, В2, В3.

Задание. В учебной модели привод включён 40 минут, датчик движения подтверждал движение 32 минуты. Выделите длительность несовпадения, его долю во времени включённого привода и предложите алгоритм регистрации.

П14 Эффективность автоматизации на шахте. Компетенции: ПК-1, ПК-3. Результаты: У3, В2, В3.

Задание. Учебная автоматизация уменьшила простои с 100 до 70 ч/год. Условный эффект часа — 20 тыс. сом, дополнительные эксплуатационные затраты — 100 тыс. сом/год, вложения — 1000 тыс. сом. Оцените годовой чистый эффект и простой срок окупаемости.

П15 Работа в специализированном ПО. Компетенции: ПК-3, ПК-6. Результаты: У2, В1, В3.

Задание. В доступном учебном горном программном комплексе создайте модель трёх блоков: ID A, B, C; объёмы 1000, 1500, 500 м³; плотности 2,5; 2,4; 2,6 т/м³. Геометрия — три неперекрывающихся прямоугольных блока по 10 × 10 м с высотами 10, 15, 5 м; начала по X: 0, 20, 40 м, Y = Z = 0. Задайте атрибуты, вычислите массу и экспортируйте таблицу.

П16 Анализ цифровой модели. Компетенции: ПК-3, ПК-6. Результаты: У2, У3, В1, В2.

Задание. Используйте модель П15. В копии измените плотность блока B с 2,4 до 2,6 т/м³. Сравните общую массу, сохраните версии и объясните причину изменения.

П17 Оценка эффективности автоматизации. Компетенции: ПК-3, ПК-6. Результаты: У2, У3, В2, В3.

Задание. В расчётном модуле доступного ПО сравните варианты: А — вложения 1200 тыс. сом, валовой эффект 700 тыс. сом/год, расходы 100 тыс.; Б — 1500 тыс., эффект 950 тыс., расходы 200 тыс. Сравните чистый эффект и простой срок окупаемости.

П18 Схема цифрового управления. Компетенции: ПК-3, ПК-6. Результаты: У2, У3, В1, В3.

Задание. Свяжите модель П15 с учётом добычи по блокам и сменным планом. Спроектируйте поля обмена, схему уровней и три проверки данных. Покажите обработку дублированной записи добычи по блоку А.

П19 Программный анализ производственных показателей. Компетенции: ПК-3, ПК-6. Результаты: У2, У3, В2, В3.

Задание. В программном файле постройте отчёт: три смены, план 2000 т каждая, факт 1800, 2100, 1900 т. Рассчитайте выполнение по сменам, суммарное выполнение и дефицит. При плане следующей смены 2000 т предложите новое задание для закрытия дефицита, если доступно не более 2300 т.

Блок С Самостоятельные и комплексные задания

Для критериев С1–С3 с максимумом 3:

3 — полный и точный ответ,

2 — корректный с небольшими пропусками,

1 — фрагментарный,

0 — отсутствует или неверен.

Для максимума 2:

2 — полный,

1 — частичный,

0 — отсутствует или неверен.

Перевод 10-балльных оценок:

9–10 отлично;

7–8 хорошо;

6 удовлетворительно;

0–5 неудовлетворительно.

С1 Реферат об автоматизации горного производства. ПК-1, ПК-6; З1–З3, У1, В3.

Задание. Выберите одну тему: датчики и мониторинг горного производства; АСУ предприятия; диспетчерское управление; цифровая модель горного предприятия. Сравните не менее двух описанных систем или подходов по функциям, данным и ограничениям. Приведите собственную функциональную схему и вывод о границах применения.

Условия. Структура: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, источники. А4, Times New Roman 14, интервал 1,5; поля 3 / 1,5 / 2 / 2 см. Источники — несколько проверяемых публикаций или документаций; все заимствования со ссылками. Защита до 7 минут и ответы до 7 минут.

Образец содержательного ответа. Полный ответ содержит цепь измерение → обработка → диспетчеризация → решение, сравнение по одинаковым критериям, сведения об источнике и версии, ограничения качества данных.

С2 Доклад о цифровизации открытых горных работ. ПК-1, ПК-3; З1, З2, У1, У3, В2, В3.

Задание. Выберите бурение, цифровой контроль буровзрывных работ, карьерный транспорт или мониторинг экскаватора. Подготовьте сопоставление «исходный процесс — данные — автоматизированное решение — проверка эффекта». Используйте один расчёт П5–П9 с указанием его учебного характера.

Условия. Доклад до 7 минут, вопросы до 5 минут, сопровождающая таблица показателей и список источников. Работа индивидуальная; обсуждение результатов допускается.

Критерии. Описание процесса 0–2; корректность расчёта 0–3; обоснование решения и ограничений 0–3; защита 0–2. Максимум 10; в рейтинг × 0,1.

С3 Презентация о мониторинге подземных процессов. ПК-1, ПК-3; З1, З2, У3, В1–В3.

Задание. Подготовьте презентацию по мониторингу вентиляции или шахтного транспорта. Покажите схему сигналов, четыре штатных и нештатных сценария, журнал событий и связь с оперативным планом. Примените одну из моделей П10–П13.

Условия. Рекомендуется 6–10 слайдов, доклад до 7 минут, вопросы до 5 минут. Приложить таблицу сценариев и источники. Числовые уставки допускаются только как явно учебные данные.

Критерии. Схема сигналов 0–3; сценарии и диагностика 0–3; связь с планированием и ограничения 0–2; защита 0–2. Максимум 10; в рейтинг × 0,1.

С4 Индивидуальная работа с цифровой моделью и отчётом. ПК-3, ПК-6; З3, У2, У3, В1–В3.

Задание. Объедините файлы П15–П19. Подготовьте обзор выбранного программного комплекса: версия, доступные функции, форматы обмена, воспроизводимый порядок расчёта. Сформируйте исходный и изменённый сценарии, технико-экономическую таблицу, план/факт и предложение по корректировке следующей смены. Дополнительно для учебного долгосрочного плана задайте 200 смен по 2000 т, после автоматизации 2100 т при тех же 200 сменах; сравните годовые объёмы и ограничения.

Условия. Сдаётся проект специализированного ПО, экспорт исходных и расчётных таблиц, текстовый обзор и отчёт с формулами. Демонстрация до 10 минут и вопросы до 5 минут в выделенное преподавателем время. Конкретный комплекс и версия — Требуется уточнение. Допускается расчётная таблица как дополнение, но она не заменяет демонстрацию профильного ПО.

Критерии. Самостоятельно дополнительные баллы не начисляются. Подтверждаются и при необходимости уточняются оценки П15–П19 по их критериям без повторного учёта одного результата. Долгосрочный сценарий и обзор учитываются как обоснование и проверка в П18–П19. При отсутствии доступного профильного ПО проверка ПК-6/У1 и ПК-6/В1 остаётся незавершённой.

Блок D Промежуточная аттестация

Форма — зачёт с оценкой в 7 семестре. Письменная работа с элементами открытой книги, до 45 минут. Билет содержит теоретический вопрос и две практические задачи. Ниже разработаны четыре типовых билета. Один билет проверяет выбранную совокупность результатов; общий вывод по компетенциям опирается также на семестровые работы и демонстрацию ПО.

Предлагаемая детализация 45 минут: теория 10 минут, задача на применение 15, задача на самостоятельный анализ 20. Разрешены конспект, калькулятор и выданные таблицы. Перечень разрешённых материалов подлежит утверждению.

Билет 1 (ПК-1, ПК-3; З1, З2, У1, У3, В2, В3)

1. ЗНАТЬ — Объясните структуру замкнутой системы управления и связь мониторинга оборудования с оперативным планом.

2. УМЕТЬ — Пять самосвалов по 80 т, цикл 40 минут. После диспетчерской корректировки цикл 32 минуты. Рассчитайте среднюю производительность до и после, прирост.

3. ВЛАДЕТЬ — План 8000 т за 8 часов, за первые 4 часа выполнено 3600 т. Составьте корректировку на остаток смены при доступных 1150 т/ч, укажите данные для проверки и ограничения.

Билет 2 (ПК-1, ПК-3; З1, З2, У3, В1–В3)

1. ЗНАТЬ — Опишите структуру контроля шахтной вентиляции и различие между превышением учебного порога и недостоверностью сигнала.

2. УМЕТЬ — Сечение 10 м², средняя скорость 2,4 м/с, учебное задание расхода 30 м³/с. Рассчитайте факт, отклонение и скорость, соответствующую заданию.

3. ВЛАДЕТЬ — За час канал расхода передавал достоверные данные 50 минут, 6 минут сообщения отсутствовали, 4 минуты зарегистрирован отказ датчика. Постройте таблицу статусов и предложите контроль восстановления без выдачи реальных команд управления вентиляторами.

Билет 3 (ПК-3, ПК-6; З3, У2, У3, В2, В3)

1. ЗНАТЬ — Объясните связь цифровой модели, оперативного плана, MES и технико-экономического отчёта.

2. УМЕТЬ — Блоки имеют объёмы 800 и 1200 м³, плотности 2,5 и 2,4 т/м³. Найдите суммарную массу. Плотность второго блока изменена до 2,6; оцените изменение результата.

3. ВЛАДЕТЬ — Сравните два варианта: А — вложения 900 тыс. сом, эффект до расходов 600 тыс./год, расходы 150 тыс./год; Б — 1200 тыс., эффект 800 тыс., расходы 200 тыс. Постройте таблицу, выберите вариант при бюджете 1000 тыс. сом, укажите ограничения расчёта.

Билет 4 (ПК-1, ПК-3, ПК-6; З1–З3, У1, У3, В2, В3)

1. ЗНАТЬ — Опишите назначение датчиков, контроллера, диспетчерского архива и программного планирования в системе контроля бурения.

2. УМЕТЬ — Проектная глубина четырёх скважин 15 м, факт 14,8; 15,0; 15,3; 14,9 м. Выделите отклонения по учебному условию $\Delta h > 0{,}2$ м; найдите суммарную пробуренную длину.

3. ВЛАДЕТЬ — За три смены план бурения 100 м в смену, факт 90; 105; 95 м. Подготовьте структуру цифрового отчёта и корректировку следующей смены при базовом плане 100 м и доступном максимуме 115 м. Укажите поля контроля качества данных.

Критерии блока D

Часть	Критерии	Максимум
Теория	Понятия 0–3; структура и связи 0–3; пример по условию 0–2; ограничения применимости 0–2	10
Задача УМЕТЬ	Исходные величины и единицы 0–2; метод и формулы 0–3; вычисления 0–3; проверка и вывод 0–2	10
Задача ВЛАДЕТЬ	Модель или структура отчёта 0–3; решение и расчёты 0–3; проверка данных и ограничений 0–2; обоснование решения 0–2	10

<u>В критериях 0–3:</u>

3 — выполнено полностью,

2 — небольшие непринципиальные пропуски,

1 — отдельные верные элементы,

0 — отсутствует или принципиально неверно.

<u>В критериях 0–2:</u>

2 — полностью,

1 — частично,

0 — неверно или отсутствует.

4 Методические материалы и процедуры оценивания

4.1 Организация и фиксация результатов

До начала раздела студент получает условия, критерии, допустимые материалы и срок. Преподаватель фиксирует исходный балл каждой работы, перевод в рейтинг, замечания и результат повторной сдачи. Групповое обсуждение допускается, но расчёт, файл и защита индивидуальны. Демонстрация владения включает изменение исходных данных и объяснение пересчёта.

Тесты выполняются по разделам; опрос сопровождает занятия; практические работы — по расписанию; С1–С4 — в пределах СРС. Пропущенная работа оценивается по тем же критериям после отработки.

4.2 Расчёт рейтинга и итоговой оценки

Итог	Оценка по предлагаемой шкале
85–100	Отлично
70–84	Хорошо
60–69	Удовлетворительно
Менее 60	Неудовлетворительно

ГЛОССАРИЙ

1 Основы автоматизации горного производства

1. SCADA-система. Программно-техническая система диспетчерского контроля, сбора данных и управления. Обеспечивает представление состояния объекта и передачу команд; может включать архивы и обработку событий. Не заменяет автоматически все функции локального управления и защиты. [3]

2. Автоматизация. Применение технических и программных средств для выполнения функций контроля, управления и обработки информации при участии человека в предусмотренных системой ролях. В горном производстве охватывает отдельные машины, технологические комплексы и управление предприятием.

3. Автоматизированная система управления технологическим процессом — АСУТП. АСУ, предназначенная для контроля и управления конкретным технологическим процессом или комплексом процессов. Пример — система управления дроблением, транспортированием или вентиляционной установкой.

4. Автоматизированная система управления — АСУ. Организационно-техническая система, включающая персонал, методы, данные, программные и технические средства для автоматизации управления объектом или деятельностью. Может охватывать производство, планирование и другие функции предприятия.

5. Автоматизированное управление. Управление, при котором функции распределены между человеком и средствами автоматизации. Например, система анализирует загрузку самосвалов и предлагает распределение, а диспетчер принимает решение.

6. Автоматическое управление. Управление, при котором заданные управляющие действия вырабатываются и выполняются без непосредственного участия человека в каждом действии. Оператор может задавать режим, наблюдать работу и вмешиваться в предусмотренных случаях.

7. Аналоговый сигнал. Сигнал, информативный параметр которого может непрерывно изменяться в заданном диапазоне. Пример — токовый сигнал измерительного преобразователя, используемый для передачи значения давления.

8. Возмущающее воздействие. Внешнее или внутреннее воздействие, изменяющее состояние объекта независимо от целевого управляющего действия. Пример — изменение нагрузки на ленту при неравномерной подаче горной массы.

9. Датчик. Средство, воспринимающее физическую величину и преобразующее её в сигнал, пригодный для передачи и обработки. В горных машинах применяют датчики давления, температуры, перемещения, скорости и других параметров.

10. Дискретный сигнал. Сигнал, принимающий значения из определённого набора состояний. В системах управления часто используется двоичный сигнал: «включено/выключено», «есть/нет», «разрешено/запрещено».

11. Диспетчеризация. Организация оперативного наблюдения, координации и управления работой оборудования и производственных участков с диспетчерского уровня. Включает получение данных, выдачу заданий и контроль их исполнения.

12. Задание. Требуемое значение величины или закон её изменения, относительно которого организуют управление. Задание скорости может поступать от оператора или системы верхнего уровня.

13. Замкнутая система управления. Система, в которой управляющее воздействие зависит от информации об управляемой величине, поступающей по обратной связи. Пример — поддержание скорости ленты по показаниям датчика скорости.

14. Измерительный канал. Совокупность средств, через которые получают результат измерения определённой величины: от первичного преобразования до

обработки и отображения. Включает не только датчик, но и связанные линии и устройства.

15. Исполнительный механизм. Устройство, преобразующее команду управления в механическое действие на регулирующий орган или объект. Примеры — привод заслонки и электромеханический привод клапана.

16. Комплексная автоматизация. Автоматизация взаимосвязанных операций и оборудования как единого технологического комплекса с согласованными данными и алгоритмами. Автоматизация отдельных машин без координации ещё не означает автоматизацию всего комплекса.

17. Обратная связь. Передача сведений о выходной величине или состоянии объекта в управляющую часть системы для формирования воздействия. Позволяет учитывать различие между требуемым и фактическим состоянием.

18. Объект управления. Машина, установка, процесс или производственный комплекс, состояние которого изменяют посредством управляющих воздействий. Объектом может быть привод конвейера, буровой станок или горнотранспортный комплекс.

19. Ошибка регулирования. Разность между заданием и измеренным значением регулируемой величины при принятом порядке вычитания. Знак ошибки зависит от соглашения; в учебных расчётах обычно используют «задание минус факт».

20. ПИД-регулятор. Регулятор с пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющими. Они учитывают текущую ошибку, её накопление и скорость изменения; конкретная реализация и настройки определяются свойствами объекта.

21. Программируемый логический контроллер — ПЛК, PLC. Программируемое промышленное устройство, выполняющее алгоритмы контроля и управления по входным сигналам и формирующее выходные команды. Применяется для логики, последовательностей и регулирования. [2]

22. Разомкнутая система управления. Система, в которой управляющее воздействие не корректируется по обратной связи от управляемой выходной величины. Работа привода по заранее заданной временной программе может быть примером такого управления.

23. Регулятор. Устройство или программный алгоритм, формирующий управляющее воздействие для получения требуемого поведения объекта. Использует задание, измерения и выбранный закон регулирования.

24. Телеизмерение. Передача на расстояние информации о значении измеряемой величины. Пример — передача расхода воздуха с удалённого участка в диспетчерскую.

25. Телемеханика. Совокупность методов и средств передачи измерений, состояний и команд для контроля и управления пространственно удалёнными объектами. Применяется на распределённых объектах карьера и шахты.

26. Телеуправление. Передача на расстояние команд для изменения состояния объекта. Возможность выполнения команды определяется режимом работы, полномочиями и действующими блокировками.

27. Управляемая величина. Параметр объекта, который требуется поддерживать или изменять по заданному закону. Примеры — скорость конвейера, глубина бурения или расход воздуха.

28. Управляющее воздействие. Воздействие, формируемое системой управления для изменения состояния объекта. Например, изменение задания частоты вращения привода.

29. Уставка. Установленное значение параметра настройки прибора, регулятора или логического устройства. В зависимости от назначения это может быть задание регулирования или порог сигнализации; защитная уставка требует отдельного обоснования.

30. Цифровой сигнал. Сигнал, представляющий информацию в виде кодовых последовательностей дискретных символов. Цифровой обмен позволяет передавать значение измерения вместе со временем, состоянием канала и другими данными.

31. Частотно-регулируемый электропривод. Электропривод переменного тока, в котором изменением частоты и связанных параметров питания управляют скоростью и другими характеристиками двигателя. Используется, например, в приводах конвейеров, насосов и вентиляторов.

32. Человеко-машинный интерфейс — HMI. Средства взаимодействия оператора с системой управления: экраны, элементы ввода, отображение состояний и сообщений. Через HMI оператор получает информацию и вводит разрешённые команды.

2 Автоматизация процессов открытых горных работ

33. Автоматизация буровых работ. Применение систем измерения и управления для выполнения и контроля бурения: позиционирования, глубины, режимов работы и регистрации результатов. Состав автоматизируемых функций зависит от оборудования.

34. Автоматизированный контроль буровзрывных работ. Сбор и сопоставление проектных и фактических данных о подготовке и выполнении буровзрывных работ с регистрацией отклонений. Сам по себе цифровой контроль не является разрешением на изменение проекта или проведение взрывания.

35. Анализ плановых и фактических показателей. Сопоставление задания и достигнутого результата за одинаковый период и в сопоставимых единицах. Включает оценку отклонений, проверку данных и обоснование корректирующих действий.

36. АСУ горнотранспортным комплексом — АСУ ГТК. Автоматизированная система контроля, диспетчеризации и координации работы оборудования ГТК. Использует данные о положении машин, загрузке, циклах и состояниях для выдачи заданий и анализа работы. [6]

37. Глобальная навигационная спутниковая система — ГНСС, GNSS. Спутниковая система определения координат, скорости и времени. В карьере может использоваться для позиционирования техники; точность зависит от условий приёма, метода обработки и применяемых поправок.

38. Горнотранспортный комплекс — ГТК. Совокупность технологически связанных средств выемки, погрузки, транспортирования и связанных с ними операций перемещения горной массы. Границы комплекса задают по решаемой производственной задаче.

39. Диспетчерское распределение самосвалов. Назначение самосвалам пунктов погрузки, разгрузки и маршрутов с учётом состояния оборудования, очередей, свойств материала и ограничений. Может выполняться диспетчером или алгоритмом. [6]

40. Длительность цикла. Время выполнения одного полного рабочего цикла. При сравнении вариантов важно использовать одинаковые границы цикла и одинаковый порядок учёта ожиданий.

41. Загрузка самосвала. Количество горной массы, фактически находящееся в кузове, выраженное массой или объёмом. Отличается от номинальной грузоподъёмности, являющейся характеристикой машины.

42. Коэффициент использования времени. Отношение времени выполнения определённой работы к выбранному фонду времени за тот же период. Числитель и знаменатель необходимо явно называть, поскольку различные методики используют разные базы.

43. Мониторинг экскаватора. Регулярное получение и анализ данных о работе экскаватора: циклах, нагрузках, времени погрузки, перемещениях, ожиданиях и техническом состоянии. Показатели зависят от состава измерительных средств.

44. Оперативный план горных работ. План выполнения работ на короткий производственный период, например смену или сутки, с заданиями по объёмам, участкам, оборудованию и срокам. Составляется с учётом действующих ограничений.

45. Отклонение параметра. Разность между фактическим значением и выбранным опорным значением, например проектным. Отклонение не следует автоматически считать допустимым: допустимость устанавливается применимой документацией.

46. Позиционирование горной машины. Определение положения машины и при необходимости её ориентации в принятой системе координат. Используется для навигации, контроля маршрута и привязки производственных событий.

47. Проектные и фактические параметры скважины. Две группы данных: требуемые проектом характеристики и результаты измерений выполненной скважины. Их сопоставляют по идентификатору, координатам, глубине, наклону и другим предусмотренным параметрам.

48. Производительность оборудования. Количество продукции или выполненной работы за единицу времени. В горном производстве выражается, например, в т/ч, м³/ч или м/смену; всегда указывают вид объёма и базу времени.

49. Простой. Интервал, в течение которого оборудование не выполняет целевую производственную операцию. Причины и правила отнесения к простою должны быть заданы; ожидание транспорта и технический отказ следует различать.

50. Рабочий цикл карьерного самосвала. Последовательность операций от выбранного начального состояния до его повторения: например, погрузка, гружёный ход, разгрузка и порожний возврат. Манёвры и ожидания включают в цикл по принятой методике учёта.

51. Технологическое узкое место. Звено процесса, ограничивающее выпуск комплекса при рассматриваемых условиях. Его положение может меняться при изменении загрузки, маршрутов и доступности оборудования.

52. Экскаваторно-автомобильный комплекс. Технологически связанная группа экскаваторов и автосамосвалов, обеспечивающая погрузку и перевозку горной массы. Эффективность комплекса зависит от согласования производительности его звеньев.

3 Программные и цифровые системы управления горным производством

53. ERP-система. Система планирования и управления ресурсами предприятия, поддерживающая взаимосвязанные хозяйственные процессы. Производственные данные могут передаваться в неё из систем оперативного управления. [4]

54. MES-система. Система управления исполнением производственных операций, связывающая задания с фактическим выполнением, учётом ресурсов и результатами. В горном производстве может поддерживать сменное управление и отчётность. [4]

55. OPC UA. Семейство спецификаций платформ-независимого промышленного взаимодействия и информационного моделирования. Используется для обмена данными между устройствами и программными системами; поддержка конкретных функций зависит от реализации. [5]

56. Архив технологических данных. Средства накопления и последующего получения измерений и состояний оборудования с привязкой ко времени. Позволяет анализировать историю процесса и формировать отчётность.

57. Атрибут модели. Именованная характеристика объекта цифровой модели. Например, идентификатор блока, плотность, содержание полезного компонента или статус отработки.

58. База данных. Организованная совокупность взаимосвязанных данных, доступ к которым и их изменение выполняются по установленным правилам. В системах автоматизации хранит сведения об оборудовании, измерениях, заданиях и событиях.

59. Блочная модель. Представление изучаемого объёма совокупностью пространственных блоков с заданными атрибутами: плотностью, содержанием компонента, типом породы и другими характеристиками. Размеры блоков и метод оценки влияют на результаты анализа.

60. Валидация модели. Оценка пригодности модели для конкретного назначения путём сопоставления с данными, поведением объекта и критериями задачи. Модель может быть правильно реализована, но недостаточно пригодна для выбранного применения.

61. Верификация модели. Проверка правильности реализации модели относительно её описания и требований: логики, формул, структуры и преобразования данных. Отвечает на вопрос, корректно ли реализовано то, что было задумано.

62. Временная метка. Значение времени, связанное с измерением или событием. Для анализа важно различать время возникновения события и время получения сообщения системой.

63. Годовой чистый экономический эффект автоматизации. Разность сопоставимых годовых выгод и дополнительных годовых затрат при принятой методике расчёта. Необходимо явно указывать состав выгод, затрат, цены и расчётный период.

64. Горная геологическая информационная система — ГГИС. В контексте дисциплины — система работы с пространственными и атрибутивными данными о месторождении и горных работах. Используется для моделирования, анализа и проектирования; состав функций зависит от реализации.

65. Журнал событий. Последовательность записей о зарегистрированных изменениях состояния, сообщениях и действиях. Запись обычно содержит время, источник, тип события и дополнительные сведения.

66. Интеграция систем. Организация согласованного обмена данными и взаимодействия функций разных систем. Требует согласования идентификаторов, форматов, единиц, времени и правил обработки ошибок.

67. Качество производственных данных. Пригодность данных для поставленной задачи с учётом точности, полноты, актуальности, согласованности и прослеживаемости. Качественно оформленный отчёт может содержать непригодные данные, если эти свойства не проверены.

68. Оптимизация производственного процесса. Выбор наилучшего допустимого варианта по заданному критерию при явно указанных ограничениях. Рост производительности не считается оптимизацией без проверки затрат, ресурсов и других условий.

69. Производственный отчёт. Документ или цифровое представление результатов работы за установленный период. Содержит исходные данные, рассчитанные показатели, сравнение с планом и объяснение отклонений в пределах подтверждённых сведений.

70. Простой срок окупаемости. В упрощённом случае постоянного положительного годового чистого эффекта — отношение начальных вложений к этому эффекту. Не учитывает дисконтирование и сам по себе не отражает все риски и результаты за срок службы.

71. Система автоматизированного проектирования — САПР, CAD. Совокупность средств автоматизации проектных работ: подготовки геометрии,

чертежей, расчётных и иных проектных материалов. Наличие САПР не означает автоматическое управление действующим оборудованием.

72. Система координат. Согласованный способ задания положения точек в пространстве. При обмене горными моделями необходимо согласовать систему координат, единицы и правила преобразования.

73. Специализированное программное обеспечение. Программные средства для определённого круга профессиональных задач: геологического моделирования, проектирования, планирования или анализа горного производства. Возможности определяются конкретным продуктом, версией и составом лицензии.

74. Технико-экономические показатели. Количественные характеристики технических результатов и связанных экономических затрат или эффектов. Примеры — производительность, удельные затраты, годовой эффект и срок окупаемости.

75. Тренд. Графическое представление изменения параметра во времени. Используется для выявления режимов, отклонений и взаимосвязей; совместное изменение величин само по себе не доказывает причинную связь.

76. Цифровая модель месторождения. Организованное цифровое представление геометрии, геологического строения и свойств месторождения в объёме, необходимом для выбранной задачи. Содержит исходные данные, результаты интерпретации и допущения.

77. Цифровой двойник. Цифровое представление реального объекта или процесса, связанное с ним синхронизируемыми данными с определённой периодичностью и детализацией. Статическая трёхмерная модель без такой связи сама по себе не является цифровым двойником. [7]