МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
С.Е. Гавришев

25.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ***

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Направленность (профиль/специализация) программы
21.05.04 специализация N 3 «Открытые горные работы»

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

| | |
|---|---|
| Институт/ факультет | Институт горного дела и транспорта |
| Кафедра | Разработки месторождений полезных ископаемых |
| Курс | 6 |
| Семестр | 11 |

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ Минобрнауки России от 17.10.2016 г. № 1298)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых
11.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры РМПИ, канд. техн. наук _____Н.Г. Томилина

Рецензент:
зав. лабораторией обогащения ООО «УралГеоПроект» , канд. техн. наук _____В.Ш. Галямов

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от 03 сентября 2020 г. № 1
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

**1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

**2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Комплексная оценка технологических решений входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Технология и комплексная механизация открытых горных работ

Безопасность ведения горных работ

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - преддипломная практика

Проектирование карьеров

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Комплексная оценка технологических решений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| ПСК-3.1 готовностью выполнять комплексное обоснование открытых горных работ | |
| Знать | технологические, экологические, правовые и экономические критерии оценки принимаемых решений при открытых горных работах |
| Уметь | пользоваться правилами, нормами, нормативно-техническими докумен-тами по комплексной оценке принимаемых решений |
| Владеть | практическими навыками проектирования открытых горных работ с ис-пользованием современных интегрированных информационных систем |
| ПСК-3.3 способностью обосновывать главные параметры карьера, вскрытие карьерного поля, системы открытой разработки, режим горных работ, технологию и механизацию открытых горных работ, методы профилактики аварий и способы ликвидации их последствий | |
| Знать | методы оценки и их погрешности при подсчете запасов, освоении нетра-диционных полезных ископаемых, новой техники и технологий |
| Уметь | выполнять оценку ресурсообеспечения и ресурсопроизводства при от-крытых горных работах |
| Владеть | способами сбора, обработки и представления информации в рамках по-ставленных задач горного предприятия |
| ПСК-3.5 способностью проектировать природоохранную деятельность | |

| | |
|---|---|
| Знать | технологические, экологические, правовые и экономические критерии оценки принимаемых решений при открытых горных работах |
| Уметь | анализировать горнотехническую ситуацию и определять способы ре-шения поставленных задач при обеспечении природоохранной деятельности |
| Владеть | практическими навыками проектирования открытых горных работ с ис-пользованием современных информационных систем |
| ПК-2 владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр | |
| Знать | методы и средства рационального и комплексного освоения георесурс |
| Уметь | применять методы анализа и обработки данных, решать задачи профес-сиональной деятельности с использованием информационных технологий |
| Владеть | современными программными и аппаратными комплексами для оценки результатов технологических решений |

**4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:
– контактная работа – 61,6 акад. часов:
– аудиторная – 60 акад. часов;
– внеаудиторная – 1,6 акад. часов
– самостоятельная работа – 10,4 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Введение | | | | | | | | |
| 1.1 Современное состояние, проблемы и методы повышения эффективности открытых горных работ Сущность инженерной деятельности и процессов проектирования. Возникновение и развитие научных направлений, связанных с оценкой принимаемых решений | 11 | 10 | | 10/4И | 3 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ПСК-3.1, ПСК-3.3 |
| Итого по разделу | | 10 | | 10/4И | 3 | | | |
| 2. Понятие о технологических решениях. Альтернативные варианты использования недр | | | | | | | | |
| 2.1 Уровни проектирования и планирования. Альтернативные варианты использования недр | 11 | 10 | | 10/4И | 3 | Решение задач. Подготовка к семинарскому занятию | Семинарское занятие | ПСК-3.3, ПСК-3.5 |
| Итого по разделу | | 10 | | 10/4И | 3 | | | |
| 3. Критерии оценки технологических решений при открытых горных работах Оценка использования природного и техногенного ресурсов в границах карьера | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.1 Классификация методов оценки решений. Методы оценки и подсчета запасов. Погрешности оценок запасов. Подсчет запасов полезных ископаемых. Динамика балансов запасов по годам отработки месторождения. | 11 | 10 | | 10/4И | 4,4 | Решение задач. Самостоятельное изучение учебной литературы | Устный опрос | ПСК-3.5, ПК-2 |
| Итого по разделу | | 10 | | 10/4И | 4,4 | | | |
| Итого за семестр | | 30 | | 30/12И | 10,4 | | зачёт | |
| Итого по дисциплине | | 30 | | 30/12И | 10,4 | | зачет | ПСК-3.1,ПСК-3.3,ПСК-3.5,ПК-2 |

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Комплексная оценка технологических решений» используются традиционная технология и технология проблемного обучения.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных предоставле-ний по курсу «Комплексная оценка технологических решений» происходит с использовани-ем мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-информация, лекций-конференций, лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал изло-женный и объясненный студентам на лекциях-информациях, подлежит самостоятельному осмыслению и запоминанию. Теоретический материал на проблемных лекциях является ре-зультатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала со-провождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и традицион-ный семинар.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних за-даний и докладов для практических занятий при подготовке к итоговой аттестации

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

**а) Основная литература:**

1. Кузина, Л. Н. Экономика горного производства [Электронный ресурс] : Практикум / Л. Н. Кузина, С. Ф. Богдановская, Ж. В. Миронова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 140 с. - ISBN 978–5–7638–2108–6

2. Измерения технологических параметров на горных предприятиях [Электронный ре-сурс] : учеб. пособие / О. А. Ковалева, С. В. Лукичева, С. Б. Заварыкин, О. Н. Коваленко. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 154 с. - ISBN 978-5-7638-2974-7 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506043

**б) Дополнительная литература:**

1. Артюшин, Ю.И. Моделирование безопасного ведения горных работ [Электронный ресурс] : сборник научных трудов / Ю.И. Артюшин. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2004. — 38 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3440 . — Загл. с экрана.

2. Фомин, С.И. Планирование открытых горных работ [Электронный ресурс] : учеб-ное пособие / С.И. Фомин, Д.Н. Лигоцкий, К.Р. Аргимбаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 60 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111897 . — Загл. с экрана.

**в) Методические указания:**

1. Кузнецова, Т.С. Комплексная оценка технологических решений. Магнитогорск: МГТУ, 2006.

2. ▪ Замосковцева, Г.Д. Обработка результатов эксперимента. Метод. указ. по выполнению практических работ. Магнитогорск: МГТУ, 2002.

3. ▪ Угольников, В.К., Зинуров А.В., Терехов В.Ф., Кашапов З.М. Основы технологии открытой разработки. Магнитогорск: МГТУ, 2005. − 32 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|---|---|---|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса | Ссылка |
|---|---|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: http://www1.fips.ru/ |

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Шкафы для хранения учебно-методической документа-ции, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Приложение 1

6Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Темы семинарских занятий:

Методы оценки технологических решений, достоверность и погрешности оценки. Критериальный метод оценки технологических решений.

Современные нормативно-правовых документы в области недропользования, горной ренты, горного аудита.

Виды природных и техногенных георесурсов в контурах карьера.

Задание. Определить запасы полезного ископаемого и оценить качество добываемой руды в соответствии с данными своего варианта. Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 2.1  2.3. Необходимо учесть, что проекция рудного тела строится в масштабе 1:1000.

**Последовательность выполнения работы:**

1. Определение объема рудной залежи, м$^3$:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{n} \cdot L, \qquad (2.1)$$

**где S$_i$ – площадь i-ой проекции рудного тела, м$^2$;**

n – количество проекций рудного тела;

L – длина рудной залежи по простиранию, м.

2. Определение запасов залежи, т:

$$Z = V \cdot \gamma, \qquad (2.2)$$

**где γ – плотность руды, т/м$^3$.**

3. Определение запасов основного компонента (меди), т:

$$P = Z \cdot \frac{C}{100}, \qquad (2.3)$$

**где C– среднее содержание полезного компонента в объеме залежи полезного ископаемого, %.**

4. Определение среднего содержания полезного компонента:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \qquad (2.4)$$

**где m$_i$ – метраж i-ой пробы, м;**

C$_i$ – содержание полезного компонента в i-ой пробе, %;

5. Определение потерь руды, %:

$$П = \left(1 - \frac{N \cdot C'}{C}\right) \cdot 100\%, \qquad (2.5)$$

**где N – доля добытого полезного ископаемого, доли ед.;**

C′ – содержание полезного компонента в добываемой руде, %.

6. Определение выхода концентрата из добытой сырой руды, %:

$$q_к = \left(\frac{\varepsilon_к \cdot C'}{C''}\right) \cdot 100\%, \qquad (2.6)$$

**где $\varepsilon_к$ – извлечение полезного компонента из сырой руды в концентрат, %;**

C″ – содержание полезного компонента в концентрате, %.

7. Определение выхода концентрата с 1 тонны сырой руды:

$$Z' = \left(\frac{C''}{[C \cdot (1 - П) \cdot \varepsilon_к]}\right) \cdot 100\%. \qquad (2.7)$$

**8. Определение годового объема добычи полезного ископаемого для получения заданного объема концентрата, м$^3$:**

$$V' = \left(\frac{V_к \cdot C''}{C' \cdot \varepsilon_к}\right) \cdot 100\%, \qquad (2.8)$$

**где $V_к$ – годовой объем концентрата, м$^3$.**

9. Определение срока эксплуатации карьера, лет:

$$T = \frac{Z}{V'}. \qquad (2.9)$$

Задание. Рассчитать общие показатели эффективности, производительность труда, трудоемкость, фондоотдачу и фондоемкость для двух проектов освоения месторождения железной руды и выбрать наиболее эффективный проект ( N – номер варианта).

**Таблица 2.4**

Исходные данные

| Показатель | Ед. изм. | I проект | II проект |
|---|---|---|---|
| Количество экскаваторов | шт. | N | N |
| Количество буровых станков | шт. | N | N |
| Количество БелАЗов | шт. | 2*N | 4*N |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Количество бульдозеров | шт. | 3 | 5 |
| Количество зарядных машин | шт. | 2 | 2 |
| Количество забоечных машин | шт. | 2 | 2 |
| Стоимость экскаватора | р. | 1500000 | 1500000 |
| Стоимость бурового станка | р. | 1200000 | 1200000 |
| Стоимость БелАЗа | р. | 800000 | 500000 |
| Стоимость зарядной машины | р. | 30000 | 50000 |
| Стоимость забоечной машины | р. | 35000 | 25000 |
| Стоимость основных материалов | р. | N*400000 | N*305000 |
| Стоимость вспомогательных материалов | р. | N*100000 | N*250000 |
| Стоимость электроподстанции | р. | 1000000 | 1200000 |
| Стоимость мех. мастерской | р. | 870000 | 800000 |
| Стоимость гаража | р. | 1000000 | 1050000 |
| Стоимость АБК | р. | 900000 | 9000000 |
| Стоимость дорог | р. | 3400000 | 3600000 |
| Стоимость водоотливной установки | р. | 540000 | 489000 |
| Стоимость горно-капитальных выработок | р. | 30000000 | 28000000 |
| Стоимость линий электропередач | р. | 650000 | 650000 |
| Стоимость трансформаторов | р. | 380000 | 380000 |
| Амортизация оборудования | р. | рассчитать | |
| Амортизаций зданий и сооружений | р. | рассчитать | |
| Стоимость энергии, вырабатываемой электроподстанцией | р. | 40000 | 40000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Стоимость энергии, потребляемой оборудованием | р. | 20000 | 20000 |
| Фонд заработной платы | р. | 15000000 | 15400000 |
| Налоги | р. | 320000 | 380000 |
| Платежи за землю | р. | 440000 | 400000 |
| Экологические платежи | р. | 200000 | 180000 |
| Платежи за аренду свободного оборудования другими предприятиями | р. | 180000 | 170000 |
| Годовой объем продукции | р. | N*5000000 | N*5000000 |
| Социальные выплаты | р. | 220000 | 250000 |
| Количество персонала | чел. | 450 | 500 |

Задание. Выбрать оптимальный карьерный экскаватор на погрузку взорванной скальной породы. В качестве критерия оптимальности принять минимальные значения приведенных затрат. Для сравнения приведенных затрат принять следующий ряд промышленных экскаваторов: ЭКГ-3,2, ЭКГ-5,0, ЭКГ-8И, ЭКГ-12,5 и ЭКГ-20. В качестве транспортного оборудования использовать электровоз EL-1 со сцепной массой 150 т и вагоны думпкары типа 2ВС-50 с грузоподъемностью 50 т. Ниже приводится последовательность расчетов.

1. Удельное сопротивление движению думпкара:

$$\omega_к = 3{,}74 + 0{,}025 \cdot v_{тр} + 0{,}00026 \cdot v_{тр}^{\ 2}, \qquad (2.10)$$

**где $\omega_к$ – основное удельное сопротивление движению думпкара, кг/т.**

2. Удельное сопротивление движению локомотива:

$$\omega_j = 3{,}4 + 0{,}095 \cdot v_{тр}, \qquad (2.11)$$

**где $\omega_j$ – основное удельное сопротивление движению локомотива, кг/т.**

3. Количество вагонов в локомотиво-составе:

$$n_k = \frac{J \cdot (1000 \cdot \psi - \omega_j - i_p)}{(\omega_k + i_p) \cdot (1 + k_m)} : q_k, \qquad (2.12)$$

**где $n_k$ – количество вагонов-думпкаров в составе;**

J – сцепная масса электровоза, т;
Ψ – коэффициент сцепления колес электровоза с рельсами, 0,2;
$i_р$ – руководящий уклон, 45 ‰;
$k_т$ – коэффициент тары думпкара;
$q_k$ – грузоподъемность думпкара,т.

4. Грузоподъемность состава (т):

$$J_k = n_k \cdot q_k. \qquad (2.13)$$

**Производительность экскаватора (м$^3$/час):**

$$Q_i = \frac{3600 \cdot k_э \cdot E}{t_ц}, \qquad (2.14)$$

**где $k_э$ – коэффициент экскавации;**

E – емкость ковша экскаватора, м$^3$;
$t_ц$ – продолжительность рабочего цикла, с

5. Годовая производительность экскаватора:

$$Q_r = Q_i \cdot T_i \cdot t \cdot k_и, \qquad (2.15)$$

**где $T_i$ – количество рабочих смен в году;**

t – длительность рабочей смены, ч;
$к_и$ – коэффициент использования экскаватора по времени; 0,7.

6. Необходимое количество экскаваторов:

$$n = \frac{Q}{T \cdot t \cdot k_и} \cdot \left[ \frac{1}{Q_r} + \frac{\gamma}{J_k} \cdot (t' + t'') \right], \qquad (2.16)$$

**где Q – годовая производительность по горной массе, м$^3$/год;**

γ – плотность горной массы, т/м$^3$;

t’ – время непроизводительной работы экскаваторов, приходящееся на один состав; 0,1 ч;

t’’ – простои экскаваторов при обмене составов в забое; 0,2 ч.

7. Приведенные затраты на содержание сравниваемых экскаваторов:

$$C_{пр} = n \cdot [C + \varepsilon_н \cdot C' + T \cdot t \cdot (C'' + K_i \cdot C''')], \qquad (2.17)$$

**где C’ – капитальные затраты на приобретение, доставку и монтаж экскаваторов, р.**

Задание. Определить абсолютную и относительную погрешности суммы заданных чисел, с заданной абсолютной погрешностью.

**Таблица 2.7**

Исходные данные

| Вариант | Заданные числа | | | Абсолютная погрешность заданных чисел | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | | | |
| 1 | 2,5 | 1,4 | 1,12 | 0,1 | 0,02 | 0,08 |
| 2 | 1,8 | 1,58 | 2,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| 3 | 2,4 | 2,13 | 3,1 | 0,6 | 0,03 | 0,6 |
| 4 | 3,8 | 2,3 | 4,1 | 0,8 | 0,07 | 0,8 |
| 5 | 2,9 | 2,1 | 0,2 | 0,1 | 0,9 | 0,4 |
| 6 | 6,1 | 3,5 | 6,1 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| 7 | 4,6 | 6,0 | 3,8 | 0,9 | 0,04 | 0,3 |
| 8 | 7,5 | 4,3 | 8,1 | 0,7 | 0,06 | 0,01 |
| 9 | 2,1 | 3,6 | 3,4 | 0,6 | 0,08 | 0,4 |
| 10 | 1,4 | 1,12 | 2,5 | 0,2 | 0,01 | 0,3 |
| 11 | 1,2 | 1,16 | 6,2 | 0,7 | 0,02 | 0,1 |

Задание. Выбрать производительность карьера из трех вариантов производительности $A_1$ – $A_3$ при четырех возможных состояниях внешних условий $П_1$ – $П_4$; соответствующие этим условиям показатели решений $U_{ij}$ приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8.

**Значения показателе решений различных вариантов производительностей**

| Вариант | $U_{ij}$ | | | | Критерии | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $П_1$ | $П_2$ | $П_3$ | $П_4$ | Вальда | Гурвица ($\alpha = 0,6$) | Лапласа |
| $A_1$ | 3+N | 8+N | 12+N | 7+N | | | |
| $A_2$ | 8+N | 6+N | 9+N | 8+N | | | |
| $A_3$ | 5+N | 7+N | 10+N | 6+N | | | |

Для расчета критерия Сэвиджа требуется построить матрицу рисков для каждого из внешних условий. По каждому столбику выбирают максимальное значение и, вычитая их всех значений по столбикам величину критерия, получают матрицу рисков (табл.2.9). В табл.2.9 приведена матрица рисков для варианта №0.

***Таблица 2.9***

Матрица рисков

| Вариант | $П_1$ | $П_2$ | $П_3$ | $П_4$ | Максимальные потери |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 5 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| $A_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 3 |
| $A_3$ | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 |

Матрица рисков составлена для нулевого варианта. По полученным значениям максимальных потерь выбирают проект наименее выгодный и отбрасывают его.

По полученным значениям всех критериев выбирают наиболее оптимальный вариант производительности карьера. Критерии оптимального проекта Гурвица, Лапласа и Вальда должны быть максимальными, Сэвиджа – минимальным.

**Приложение 2**

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**
**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|---|
| **ПК-2** владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр | | |
| Знать | – методы и средства рационального и комплексного освоения георесурс | Перечень теоретических вопросов к зачету:<br>1 Современное состояние и проблемы открытых горных работ.<br>2 Сущность инженерной деятельности и процессов проектирования.<br>3 Понятие о технологических решениях, их эффективность и сроках принятия.<br>4 Уровни принятия решений.<br>5 Теории и методы принятия решений.<br>6 Люди и их роль в процессе принятия решений.<br>7 Процесс принятия решений.<br>8 Критерии принятия решений.<br>9 Оценка по критериям.<br>10 Обоснование критериев эффективности. |

| | | |
|---|---|---|
| | | 11 Правила выборов критериев. |
| Уметь | – применять методы анализа и обработки данных, решать задачи профессиональной деятельности с использованием информационных технологий | Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:<br>Методы оценки технологических решений, достоверность и погрешности оценки.<br>Критериальный метод оценки технологических решений.<br><br>Современные нормативно-правовых документы в области недропользования, горной ренты, горного аудита.<br><br>Виды природных и техногенных георесурсов в контурах карьера. |
| Владеть | – современными программными и аппаратными комплексами для оценки результатов технологических решений | Задачи: <u>Практическая работа № 1</u><br>Задание. Определить запасы полезного ископаемого и оценить качество добываемой руды в соответствии с данными своего варианта. Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 2.1 2.3. Необходимо учесть, что проекция рудного тела строится в масштабе 1:1000.<br><br>Последовательность выполнения работы:<br><br>1. Определение объема рудной залежи, м$^3$:<br><br>$$V = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{n} \cdot L, \quad (2.1)$$<br><br>где $S_i$ – площадь i-ой проекции рудного тела, м$^2$;<br><br>n – количество проекций рудного тела;<br><br>L – длина рудной залежи по простиранию, м.<br><br>2. Определение запасов залежи, т:<br><br>$$Z=V\cdot\gamma, \quad (2.2$$ |

| | | |
|---|---|---|
| | | )<br>где γ – плотность руды, т/м$^3$.<br>3. Определение запасов основного компонента (меди), т:<br>$$P = Z \cdot \frac{C}{100}, \quad (2.3)$$<br>где C– среднее содержание полезного компонента в объеме залежи полезного ископаемого, %.<br>4. Определение среднего содержания полезного компонента:<br>$$C = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \quad (2.4)$$<br>где $m_i$ – метраж i-ой пробы, м;<br>$C_i$ – содержание полезного компонента в i-ой пробе, %;<br>5. Определение потерь руды, %:<br>$$П = \left(1 - \frac{N \cdot C'}{C}\right) \cdot 100\%, \quad (2.5)$$<br>где N – доля добытого полезного ископаемого, доли ед.;<br>C′ – содержание полезного компонента в добываемой руде, %.<br>6. Определение выхода концентрата из добытой сырой руды, %: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $$q_к = \left(\frac{\varepsilon_к \cdot C'}{C''}\right) \cdot 100\%, \quad (2.6)$$<br>где $\varepsilon_к$ – извлечение полезного компонента из сырой руды в концентрат, %;<br>C″ – содержание полезного компонента в концентрате, %.<br>7. Определение выхода концентрата с 1 тонны сырой руды:<br>$$Z' = \left(\frac{C''}{[C \cdot (1 - П) \cdot \varepsilon_к]}\right) \cdot 100\%. \quad (2.7)$$<br>8. Определение годового объема добычи полезного ископаемого для получения заданного объема концентрата, м$^3$:<br>$$V' = \left(\frac{V_к \cdot C''}{C' \cdot \varepsilon_к}\right) \cdot 100\%, \quad (2.8)$$<br>где $V_к$ – годовой объем концентрата, м$^3$.<br>9. Определение срока эксплуатации карьера, лет:<br>$$T = \frac{Z}{V'}. \quad (2.9)$$ |
| **ПСК-3.1** готовностью выполнять комплексное обоснование открытых горных работ | | |
| Знать | – технологические, экологические, правовые и экономические критерии оценки принимаемых решений при открытых горных работах | Перечень теоретических вопросов к зачету:<br>12 Технические показатели эффективности.<br>13 Экономические показатели эффективности.<br>14 Социальные и экологические показатели эффективности. |

<table>
<tr><td></td><td></td><td>15 Платежи за пользование природными ресурсами.<br>16 Методы оценки и выбора технических решений.<br>17 Классификация методов оценки решений.<br>18 Оценка решений по нескольким показателям.<br>19 Выработка решений с учетом вероятностных факторов.</td></tr>
<tr><td>Уметь</td><td>– пользоваться правилами, нормами, нормативно-техническими документами по комплексной оценке принимаемых решений</td><td><u>Практическая работа № 2</u><br>Задание. Рассчитать общие показатели эффективности, производительность труда, трудоемкость, фондоотдачу и фондоемкость для двух проектов освоения месторождения железной руды и выбрать наиболее эффективный проект ( N – номер варианта).<br>Таблица 2.4<br>Исходные данные
<table>
<tr><th>Показатель</th><th>Ед. изм.</th><th>I проект</th><th>II проект</th></tr>
<tr><td>Количество экскаваторов</td><td>шт.</td><td>N</td><td>N</td></tr>
<tr><td>Количество буровых станков</td><td>шт.</td><td>N</td><td>N</td></tr>
<tr><td>Количество БелАЗов</td><td>шт.</td><td>2*N</td><td>4*N</td></tr>
<tr><td>Количество бульдозеров</td><td>шт.</td><td>3</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Количество зарядных машин</td><td>шт.</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Количество забоечных машин</td><td>шт.</td><td>2</td><td>2</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Стоимость экскаватора | р. | 1500000 | 1500000 | |
| | | Стоимость бурового станка | р. | 1200000 | 1200000 | |
| | | Стоимость БелАЗа | р. | 800000 | 500000 | |
| | | Стоимость зарядной машины | р. | 30000 | 50000 | |
| | | Стоимость забоечной машины | р. | 35000 | 25000 | |
| | | Стоимость основных материалов | р. | N*400000 | N*305000 | |
| | | Стоимость вспомогательных материалов | р. | N*100000 | N*250000 | |
| | | Стоимость электроподстанции | р. | 1000000 | 1200000 | |
| | | Стоимость мех. мастерской | р. | 870000 | 800000 | |
| | | Стоимость гаража | р. | 1000000 | 1050000 | |
| | | Стоимость АБК | р. | 900000 | 9000000 | |
| | | Стоимость дорог | р. | 3400000 | 3600000 | |
| | | Стоимость водоотливной установки | р. | 540000 | 489000 | |
| | | Стоимость горно-капитальных выработок | р. | 30000000 | 28000000 | |
| | | Стоимость линий электропередач | р. | 650000 | 650000 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Стоимость трансформаторов | р. | 380000 | 380000 |
| | | Амортизация оборудования | р. | рассчитать | |
| | | Амортизаций зданий и сооружений | р. | рассчитать | |
| | | Стоимость энергии, вырабатываемой электроподстанцией | р. | 40000 | 40000 |
| | | Стоимость энергии, потребляемой оборудованием | р. | 20000 | 20000 |
| | | Фонд заработной платы | р. | 15000000 | 15400000 |
| | | Налоги | р. | 320000 | 380000 |
| | | Платежи за землю | р. | 440000 | 400000 |
| | | Экологические платежи | р. | 200000 | 180000 |
| | | Платежи за аренду свободного оборудования другими предприятиями | р. | 180000 | 170000 |
| | | Годовой объем продукции | р. | N*5000000 | N*5000000 |
| | | Социальные выплаты | р. | 220000 | 250000 |
| | | Количество персонала | чел. | 450 | 500 |

| | | |
|---|---|---|
| Владеть | – практическими навыками проектирования открытых горных работ с использованием современных интегрированных информационных систем | Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:<br>Методы оценки технологических решений, достоверность и погрешности оценки.<br>Критериальный метод оценки технологических решений.<br><br>Современные нормативно-правовых документы в области недропользования, горной ренты, горного аудита.<br><br>Виды природных и техногенных георесурсов в контурах карьера. |
| **ПСК-3.3** способностью обосновывать главные параметры карьера, вскрытие карьерного поля, системы открытой разработки, режим горных работ, технологию и механизацию открытых горных работ, методы профилактики аварий и способы ликвидации их последствий | | |
| Знать | – методы оценки и их погрешности при подсчете запасов, освоении нетрадиционных полезных ископаемых, новой техники и технологий | Перечень теоретических вопросов к зачету:<br>1 Современное состояние и проблемы открытых горных работ.<br><br>2 Сущность инженерной деятельности и процессов проектирования.<br><br>3 Понятие о технологических решениях, их эффективность и сроках принятия.<br><br>4 Уровни принятия решений.<br><br>5 Теории и методы принятия решений.<br><br>6 Люди и их роль в процессе принятия решений.<br><br>7 Процесс принятия решений.<br><br>8 Критерии принятия решений.<br><br>9 Оценка по критериям.<br><br>10 Обоснование критериев эффективности.<br><br>11 Правила выборов критериев. |

| | | |
|---|---|---|
| Уметь | – выполнять оценку ресурсообеспечения и ресурсопроизводства при открытых горных работах | Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:<br>Методы оценки технологических решений, достоверность и погрешности оценки.<br>Критериальный метод оценки технологических решений.<br><br>Современные нормативно-правовых документы в области недропользования, горной ренты, горного аудита.<br><br>Виды природных и техногенных георесурсов в контурах карьера. |
| Владеть | – способами сбора, обработки и представления информации в рамках поставленных задач горного предприятия | <u>Практическая работа № 3</u><br>Задание. Выбрать оптимальный карьерный экскаватор на погрузку взорванной скальной породы. В качестве критерия оптимальности принять минимальные значения приведенных затрат. Для сравнения приведенных затрат принять следующий ряд промышленных экскаваторов: ЭКГ-3,2, ЭКГ-5,0, ЭКГ-8И, ЭКГ-12,5 и ЭКГ-20. В качестве транспортного оборудования использовать электровоз EL-1 со сцепной массой 150 т и вагоны думпкары типа 2ВС-50 с грузоподъемностью 50 т. Ниже приводится последовательность расчетов.<br><br>8. Удельное сопротивление движению думпкара:<br><br>$\omega_к = 3{,}74 + 0{,}025 \cdot v_{тр} + 0{,}00026 \cdot v_{тр}^{\ 2}$, (2.10)<br><br>где $\omega_к$ – основное удельное сопротивление движению думпкара, кг/т.<br><br>9. Удельное сопротивление движению локомотива:<br>$\omega_j = 3{,}4 + 0{,}095 \cdot v_{тр}$, (2.11)<br><br>где $\omega_j$ – основное удельное сопротивление движению локомотива, кг/т.<br><br>10. Количество вагонов в локомотиво-составе: |

$$n_k = \frac{J \cdot (1000 \cdot \psi - \omega_j - i_p)}{(\omega_k + i_p) \cdot (1 + k_m)} : q_k, \qquad (2.12)$$

где $n_k$ – количество вагонов-думпкаров в составе;

J – сцепная масса электровоза, т;

Ψ – коэффициент сцепления колес электровоза с рельсами, 0,2;

$i_p$ – руководящий уклон, 45 ‰;

$k_т$ – коэффициент тары думпкара;

$q_k$ – грузоподъемность думпкара,т.

11. Грузоподъемность состава (т):

$$J_k = n_k \cdot q_k. \qquad (2.13)$$

12. Производительность экскаватора ($м^3$/час):

$$Q_i = \frac{3600 \cdot k_э \cdot E}{t_ц}, \qquad (2.14)$$

где $k_э$ – коэффициент экскавации;

E – емкость ковша экскаватора, $м^3$;

$t_ц$ – продолжительность рабочего цикла, с

13. Годовая производительность экскаватора:

$$Q_г = Q_i \cdot T_i \cdot t \cdot k_и, \qquad (2.15)$$

где $T_i$ – количество рабочих смен в году;

t – длительность рабочей смены, ч;

$к_и$ – коэффициент использования экскаватора по времени; 0,7.

14. Необходимое количество экскаваторов:

$$n = \frac{Q}{T \cdot t \cdot k_и} \cdot \left[ \frac{1}{Q_г} + \frac{\gamma}{J_k} \cdot \left( t' + t'' \right) \right], \qquad (2.16)$$

где Q – годовая производительность по горной массе, $м^3$/год;

γ – плотность горной массы, $т/м^3$;

t’ – время непроизводительной работы экскаваторов, приходящееся на один состав; 0,1 ч;

t’’ – простои экскаваторов при обмене составов в забое; 0,2 ч.

15. Приведенные затраты на содержание сравниваемых экскаваторов:

$$C_{пр} = n \cdot \left[ C + \varepsilon_н \cdot C' + T \cdot t \cdot \left( C'' + K_i \cdot C''' \right) \right], \qquad (2.17)$$

где C’ – капитальные затраты на приобретение, доставку и монтаж экскаваторов, р.

Задание. Определить абсолютную и относительную погрешности суммы заданных чисел, с заданной абсолютной погрешностью.

Таблица 2.7

Исходные данные

| Вариант | Заданные числа | | | Абсолютная погрешность заданных чисел | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | | | |
| 1 | 2,5 | 1,4 | 1,12 | 0,1 | 0,02 | 0,08 |
| 2 | 1,8 | 1,58 | 2,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| 3 | 2,4 | 2,13 | 3,1 | 0,6 | 0,03 | 0,6 |
| 4 | 3,8 | 2,3 | 4,1 | 0,8 | 0,07 | 0,8 |
| 5 | 2,9 | 2,1 | 0,2 | 0,1 | 0,9 | 0,4 |
| 6 | 6,1 | 3,5 | 6,1 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| 7 | 4,6 | 6,0 | 3,8 | 0,9 | 0,04 | 0,3 |
| 8 | 7,5 | 4,3 | 8,1 | 0,7 | 0,06 | 0,01 |
| 9 | 2,1 | 3,6 | 3,4 | 0,6 | 0,08 | 0,4 |
| 10 | 1,4 | 1,12 | 2,5 | 0,2 | 0,01 | 0,3 |
| 11 | 1,2 | 1,16 | 6,2 | 0,7 | 0,02 | 0,1 |

**ПСК-3.5**

| | | |
|---|---|---|
| способностью проектировать природоохранную деятельность | | |
| Знать | – технологические, экологические, правовые и экономические критерии оценки принимаемых решений при открытых горных работах | Перечень теоретических вопросов к зачету:<br>12 Технические показатели эффективности.<br><br>13 Экономические показатели эффективности.<br><br>14 Социальные и экологические показатели эффективности.<br><br>15 Платежи за пользование природными ресурсами.<br><br>16 Методы оценки и выбора технических решений.<br><br>17 Классификация методов оценки решений.<br><br>18 Оценка решений по нескольким показателям.<br><br>19 Выработка решений с учетом вероятностных факторов. |
| Уметь | – анализировать горнотехническую ситуацию и определять способы решения поставленных задач при обеспечении природоохранной деятельности | Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:<br>Методы оценки технологических решений, достоверность и погрешности оценки.<br>Критериальный метод оценки технологических решений.<br><br>Современные нормативно-правовых документы в области недропользования, горной ренты, горного аудита.<br><br>Виды природных и техногенных георесурсов в контурах карьера. |
| Владеть | – практическими навыками проектирования открытых горных работ с использованием современных информационных систем | <u>Практическая работа № 4</u><br>Задание. Выбрать производительность карьера из трех вариантов производительности $A_1$ – $A_3$ при четырех возможных состояниях внешних условий $П_1$ – $П_4$; соответствующие этим условиям показатели решений $U_{ij}$ приведены в табл. 2.8.<br><br>Таблица 2.8. |

Значения показателе решений различных вариантов производительностей

| Вариант | $U_{ij}$ | | | | Критерии | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $П_1$ | $П_2$ | $П_3$ | $П_4$ | Вальда | Гурвица (α = 0,6) | Лапласа |
| $A_1$ | 3+N | 8+N | 12+N | 7+N | | | |
| $A_2$ | 8+N | 6+N | 9+N | 8+N | | | |
| $A_3$ | 5+N | 7+N | 10+N | 6+N | | | |

Для расчета критерия Сэвиджа требуется построить матрицу рисков для каждого из внешних условий. По каждому столбику выбирают максимальное значение и, вычитая их всех значений по столбикам величину критерия, получают матрицу рисков (табл.2.9). В табл.2.9 приведена матрица рисков для варианта №0.

Таблица 2.9

Матрица рисков

| Вариант | $П_1$ | $П_2$ | $П_3$ | $П_4$ | Максимальные потери |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 5 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| $A_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 3 |
| $A_3$ | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Матрица рисков составлена для нулевого варианта. По полученным значениям максимальных потерь выбирают проект наименее выгодный и отбрасывают его.<br><br>По полученным значениям всех критериев выбирают наиболее оптимальный вариант производительности карьера. Критерии оптимального проекта Гурвица, Лапласа и Вальда должны быть максимальными, Сэвиджа – минимальным. |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Ответ студента на зачете по дисциплине «Комплексная оценка технологических решений» оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено», которые выставляются по следующим критериям.

Оценки «зачтено» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой. Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Кроме того, оценкой «зачтено» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «незачтено» выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.