

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей  
среды им. С.Б. Леонова (131)»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №8 от 19 марта 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ»**

---

Специальность: 21.05.04 Горное дело

---

Обогащение полезных ископаемых

---

Квалификация: Горный инженер (специалист)

---

Форма обучения: заочная

---

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Власова Вера Викторовна Дата подписания: 01.06.2026
---

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Федотов Константин Вадимович Дата подписания: 08.06.2026
--

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Гравитационные методы обогащения» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-4 Способность выбирать и рассчитывать основные техно-логические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья	ПКС-4.5
ПКС-5 Способность выбирать и рассчитывать параметры основного и вспомогательного оборудования обогатительных производств	ПКС-5.5
ПКС-6 Способность разрабатывать и обслуживать проекты производства работ по транспортированию, обогащению и хранению руды и продуктов обогащения с учетом требований промышленной и экологической безопасности	ПКС-6.1

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-4.5	Способен выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного гравитационного обогащения минерального сырья	<b>Знать</b> - основные принципы выбора и расчета технологических параметров эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке минерального сырья гравитационными методами, - производить расчет технологических показателей гравитационного обогащения с применением методов гидравлической классификации и отсадки <b>Уметь</b> - производить расчет технологических показателей гравитационного обогащения с различного минерального сырья <b>Владеть</b> - терминологией и понятиями гравитационной технологии обогащения минерального сырья; - методиками расчета качественно-количественных и водно-шламовых показателей схем гравитационного обогащения
ПКС-5.5	Способен выбирать и рассчитывать технологические	<b>Знать</b> - конструкции, принцип действия и область применения

	<p>параметры основного и вспомогательного оборудования для гравитационного обогащения минерального сырья</p>	<p>основного оборудования для гравитационного обогащения минерального сырья; - основные технологические параметры работы гравитационных аппаратов <b>Уметь</b> - выбирать и рассчитывать технологические параметры оборудования для гравитационного обогащения минерального сырья <b>Владеть</b> области гравитационного обогащения минерального сырья; - методиками выбора и расчета технологических параметров оборудования для гравитационного обогащения минерального сырья</p>
<p>ПКС-6.1</p>	<p>Демонстрирует знания о взаимосвязи производственных объектов по транспортированию руды и продуктов обогащения в процессах гравитационного обогащения</p>	<p><b>Знать</b> - теоретические и практические основы взаимосвязи производственных объектов по транспортированию руды и продуктов обогащения в процессах гравитационного обогащения <b>Уметь</b> - выбирать и рассчитывать технологические параметры оборудования по транспортированию руды и продуктов обогащения в процессах гравитационного обогащения <b>Владеть</b> - технической терминологией в области перемещения руды и продуктов обогащения на обогатительном производстве; - методиками выбора и расчета транспортирующего оборудования</p>

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Гравитационные методы обогащения» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность», «Технологическая минералогия», «Основы технологии переработки руд», «Подготовка руд и песков к обогащению»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектирование обогатительных фабрик», «Технологии обогащения полезных ископаемых»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

<p><b>Вид учебной работы</b></p>	<p><b>Трудоемкость в академических часах</b> (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)</p>
----------------------------------	--

	Всего	Учебный год № 4	Учебный год № 5
Общая трудоемкость дисциплины	216	36	180
Аудиторные занятия, в том числе:	22	2	20
лекции	12	2	10
лабораторные работы	6	0	6
практические/семинарские занятия	4	0	4
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	185	34	151
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовой проект		Экзамен, Курсовой проект

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

###### Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Теоретические основы процессов гравитационного обогащения	1	2					1	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

###### Учебный год № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Гидравлическая классификация	1	2					3, 3	21	Устный опрос
2	Процесс отсадки	2	2	2	2	2	2	2, 3	24	Устный опрос
3	Обогащение материала в потоке воды, текущем по наклонной поверхности	3	4	3	2			2, 3	16	Устный опрос

4	Обогащение в тяжелых средах	4	2					3	12	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		10		4		2		82	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Теоретические основы процессов гравитационного обогащения	1 Теоретические основы процессов гравитационного обогащения История развития гравитационных методов. Силы, действующие на минеральную частицу при гравитационном обогащении. Обогащаемость сырья гравитационными методами. Классические модели (гипотезы) гравитационных процессов. Статистические модели процесса отсадки. Методы определения конечных скоростей падения частиц при гравитационном обогащении. Расчет конечной скорости падения частиц при гравитационном обогащении. Коэффициент равнопадаемости. Условия свободного падения частиц. Скорость свободного падения частиц. Сила гидродинамического сопротивления. Диаграмма Реелея. Динамика свободного падения частицы. Коэффициент равнопадаемости при свободном падении частиц. Взаимное влияние частиц на их движение. Скорость стесненного падения частиц. Равнопадаемость частиц в условиях стесненного падения. Движение частиц во взвесах и суспензиях Курс №5

##### Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Гидравлическая классификация	Классификация как процесс разделения. Типы классификаторов. Седиментация. Среды классификации. Механические классификаторы. Спиральный классификатор. Многокамерный гидравлический классификатор. Теория гидроциклонирования. Конструкция и принцип работы гидроциклонов. Эффективность классификации. Конусные классификаторы. Центрифуги. Центробежные капиллярно-пленочные классификаторы. Классификация в воздушной среде. Центробежный воздушный классификатор. Полочный классификатор.
2	Процесс отсадки	Общие сведения и теория отсадки. Диффузионно-вероятностная модель процесса извлечения

		плотных частиц. Механизм отсадки. Параметры отсадки. Разгрузка продуктов разделения. Диафрагмовая отсадочная машина. Поршневая отсадочная машина. Отсадочная машина с подвижным решетом. Центробежная отсадочная машина. Воздушно-пульсационная отсадочная машина. Схемы отсадки.
3	Обогащение материала в потоке воды, текущем по наклонной поверхности	Закономерности движения потока воды по наклонной поверхности. Движение частиц в потоке воды, текущем по наклонной плоскости. Принцип обогащения на шлюзах. Типоразмеры шлюзов. Уклон шлюза. Длина шлюза. Улавливающие покрытия шлюзов. Параметры шлюзования. Применение неподвижных шлюзов на промывочных приборах и драгах. Подвижные шлюзы. Магнитные шлюзы. Суживающиеся желоба. Факторы, влияющие на процесс концентрации. Конструкции прочих струйных аппаратов. Практика работы суживающихся аппаратов. Конструкция концентрационного стола. Конструкция винтового сепаратора. Закономерности движения по желобу воды и пульпы. Влияние на процесс концентрации геометрических и технологических параметров. Практика применения винтовой сепарации.
4	Обогащение в тяжелых средах	Свойства утяжелителей. Крупность и гранулометрический состав утяжелителей. Форма и краевой угол частиц утяжелителя. Свойства суспензий. Технологические потери утяжелителя. Регенерация и кондиционирование суспензий. Оборудование для регенерации. Классификация оборудования для тяжелосредного обогащения. Колесный тяжелосредный сепаратор. Двухпродуктовый тяжелосредный гидроциклон. Трехпродуктовый тяжелосредный гидроциклон. Выбор и расчет производительности оборудования для тяжелосредного обогащения. Практика тяжелосредного обогащения. Технологические схемы. Подготовка исходного материала. Обогащение в ТС. Обогащение в аэросуспензиях

### 4.3 Перечень лабораторных работ

#### Учебный год № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Фракционный анализ угля в тяжелых жидкостях	2
2	Отсадка в диафрагмовой отсадочной машине	2
3	Обогащение полезных ископаемых на лабораторном концентрационном столе	2

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Учебный год № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Построение кривых обогатимости угля	2
2	Расчет качественно-количественных показателей процесса отсадки	2

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

##### Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	70
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	20
3	Проработка разделов теоретического материала	61

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения блиц-опрос по теме занятия, коллективное обсуждение отдельных вопросов курса.

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

##### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Курсовой проект – помогает закрепить и углубить теоретические знания и практические навыки, полученные при изучении дисциплины и использовать их при решении конкретных инженерных задач.

При выполнении курсового проекта обучающийся должен продемонстрировать навыки:

- сбора и обработки информации по теме курсовой работы;
- расчета качественно-количественных и водно-шламовых показателей схемы гравитационного обогащения алмазосодержащей руды;
- выбора и расчета основного и вспомогательного оборудования;
- обоснования и формулирования выводов по выполненной работе
- построения схемы цепи аппаратов.

Задание для выполнения курсового проекта выдается каждому обучающемуся индивидуально и содержит информацию о производительности цеха гравитационного обогащения алмазосодержащей руды, выходе, содержании и извлечении.

Основные исходные данные для выполнения проекта оформляются на бланке задания на руководителем, назначенным от кафедры. Конкретное содержание пояснительной записки и графического материала определяются методическими рекомендациями по выполнению курсового проекта по дисциплине.

Обучающийся, выполнивший все этапы курсового проекта сдает ее на проверку преподавателю. После проверки и внесения всех необходимых правок обучающийся допускается к защите, которая проводится в виде устных ответов на вопросы преподавателя.

При выполнении курсового проекта студент должен пользоваться следующей литературой:

1. Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсового проекта / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 22.
2. Федотов К. В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для вузов по направлению подготовки 130400 "Горное дело", специализация "Обогащение полезных ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская, 2014.

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям**

Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2018. – 44.

### **5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для специальности 0903 "Обогащение полезных ископаемых" / Иркут. гос. техн. ун-т, Каф. обогащения полез. ископаемых и инженер. экологии, 2006 - 43.

### **5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Самостоятельное изучение теоретического материала предусмотрено на всём протяжении курса. Такая работа сопровождает лекционные и лабораторные занятия, и в то же время является отдельным видом самостоятельной работы студента.

Источниками для самостоятельного изучения теоретического курса выступают:

- учебники по предмету;
- конспекты лекций по предмету;
- научные статьи в периодической юридической печати и рекомендованных сборниках;
- научные монографии.

## **Курс 4**

Темы для самостоятельного изучения разделов курса

Раздел 1. Теоретические основы процесса гравитационного обогащения

1. История развития гравитационных методов.
2. Силы, действующие на минеральную частицу при гравитационном обогащении.
3. Классические модели (гипотезы) гравитационных процессов.
4. Методы определения конечных скоростей падения частиц при гравитационном обогащении. Расчет конечной скорости падения частиц при гравитационном обогащении. Коэффициент равнопадаемости.
5. Условия свободного падения частиц. Скорость свободного падения частиц. Сила гидродинамического сопротивления.
6. Скорость стесненного падения частиц. Равнопадаемость частиц в условиях

стесненного падения. Движение частиц во взвесах и суспензиях.

Рекомендуемая литература:

1. Верхотуров М. В. Гравитационные методы обогащения : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полез. ископаемых" / М. В. Верхотуров, 2006. - 351.
2. Кель Мария Николаевна. Гравитационные методы обогащения : задачник / Мария Николаевна Кель, 1992. - 83. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>
3. Шохин Владимир Николаевич. Гравитационные методы обогащения : учеб. по спец. "Обогащение полез. ископаемых" / Владимир Николаевич Шохин, Александр Григорьевич Лопатин, 1993. - 349. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>
4. Кусков Виктор Борисович. Гравитационные методы обогащения : конспект лекций / В. Б. Кусков, 2001. - 70. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>.

## Курс 5

Темы для самостоятельного изучения разделов курса

### Раздел 1. Гидравлическая классификация

1. Классификация как процесс разделения. Среды классификации.
2. Типы классификаторов. Механические классификаторы. Спиральный классификатор.
3. Теория гидроциклонирования. Конструкция и принцип работы гидроциклона. Эффективность классификации.
4. Конусные классификаторы. Конструкция и принцип работы.
5. Центрифуги. Центробежные капиллярно-пленочные классификаторы. Классификация в воздушной среде.
6. Центробежный воздушный классификатор.

Рекомендуемая литература:

1. Верхотуров М. В. Гравитационные методы обогащения : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полез. ископаемых" / М. В. Верхотуров, 2006. - 351.
2. Кель Мария Николаевна. Гравитационные методы обогащения : задачник / Мария Николаевна Кель, 1992. - 83. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>
3. Шохин Владимир Николаевич. Гравитационные методы обогащения : учеб. по спец. "Обогащение полез. ископаемых" / Владимир Николаевич Шохин, Александр Григорьевич Лопатин, 1993. - 349. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>
4. Кусков Виктор Борисович. Гравитационные методы обогащения : конспект лекций / В. Б. Кусков, 2001. - 70. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>.

### Раздел 2. Процесс отсадки.

1. Общие сведения и теория отсадки. Диффузионно-вероятностная модель процесса извлечения плотных частиц. Механизм отсадки. Параметры отсадки.
2. Диафрагмовая отсадочная машина.
3. Поршневая отсадочная машина.
4. Воздушно-пульсационная отсадочная машина.
5. Схемы отсадки.

Рекомендуемая литература:

1. Верхотуров М. В. Гравитационные методы обогащения : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полез. ископаемых" / М. В. Верхотуров, 2006. - 351.
2. Кель Мария Николаевна. Гравитационные методы обогащения : задачник / Мария Николаевна Кель, 1992. - 83. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>
3. Шохин Владимир Николаевич. Гравитационные методы обогащения : учеб. по спец. "Обогащение материала в потоке воды, текущем по наклонной поверхности Обогащение полез. ископаемых" / Владимир Николаевич Шохин, Александр Григорьевич Лопатин,

1993. - 349. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>

4. Кусков Виктор Борисович. Гравитационные методы обогащения : конспект лекций / В. Б. Кусков, 2001. - 70. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>.

Раздел 3. Обогащение материала в потоке воды, текущем по наклонной поверхности

1. Закономерности движения потока воды по наклонной поверхности. Движение частиц в потоке воды, текущем по наклонной плоскости.
2. Принцип обогащения на шлюзах. Типоразмеры шлюзов. Уклон шлюза. Длина шлюза. Улавливающие покрытия шлюзов. Параметры шлюзования. Применение неподвижных шлюзов на промывочных приборах и драгах. Подвижные шлюзы.
3. Суживающиеся желоба. Факторы, влияющие на процесс концентрации. Конструкции прочих струйных аппаратов. Практика работы суживающихся аппаратов.
4. Конструкция концентрационного стола. Факторы, влияющие на эффективность работы концентрационных столов.
5. Конструкция винтового сепаратора. Закономерности движения по желобу воды и пульпы. Влияние на процесс концентрации геометрических и технологических параметров. Практика применения винтовой сепарации.

Рекомендуемая литература:

1. Верхотуров М. В. Гравитационные методы обогащения : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полез. ископаемых" / М. В. Верхотуров, 2006. - 351.
2. Келль Мария Николаевна. Гравитационные методы обогащения : задачник / Мария Николаевна Келль, 1992. - 83. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>
3. Шохин Владимир Николаевич. Гравитационные методы обогащения : учеб. по спец. " Обогащение материала в потоке воды, текущем по наклонной поверхности Обогащение полез. ископаемых" / Владимир Николаевич Шохин, Александр Григорьевич Лопатин, 1993. - 349. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>
4. Кусков Виктор Борисович. Гравитационные методы обогащения : конспект лекций / В. Б. Кусков, 2001. - 70. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>.

Раздел 4. Обогащение в тяжелых средах

1. Свойства утяжелителей. Крупность и гранулометрический состав утяжелителей. Свойства суспензий. Технологические потери утяжелителя.
2. Регенерация и кондиционирование суспензий. Оборудование для регенерации.
3. Классификация оборудования для тяжелосредного обогащения. Колесный тяжелосредный сепаратор.
4. Двухпродуктовый тяжелосредный гидроциклон. Трехпродуктовый тяжелосредный гидроциклон.
5. Выбор и расчет производительности оборудования для тяжелосредного обогащения. Практика тяжелосредного обогащения. Технологические схемы. Подготовка исходного материала.

Рекомендуемая литература:

1. Верхотуров М. В. Гравитационные методы обогащения : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полез. ископаемых" / М. В. Верхотуров, 2006. - 351.
2. Келль Мария Николаевна. Гравитационные методы обогащения : задачник / Мария Николаевна Келль, 1992. - 83. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>
3. Шохин Владимир Николаевич. Гравитационные методы обогащения : учеб. по спец. " Обогащение материала в потоке воды, текущем по наклонной поверхности Обогащение полез. ископаемых" / Владимир Николаевич Шохин, Александр Григорьевич Лопатин, 1993. - 349. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>

4. Кусков Виктор Борисович. Гравитационные методы обогащения : конспект лекций / В. Б. Кусков, 2001. - 70. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>.

Раздел 5. Обогащение в центробежных аппаратах

1. Обогащение в циклонах. Факторы, влияющие на работу обогатительных циклонов. Практика применения циклонов как обогатительных аппаратов.

2. Центрифуги для обогащения.

3. Способы придания разрыхленности постели безнапорного центробежного концентратора.

4. Центробежные отсадочные машины. Практика применения центробежных аппаратов.

Рекомендуемая литература:

1. Верхотуров М. В. Гравитационные методы обогащения : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полез. ископаемых" / М. В. Верхотуров, 2006. - 351.

2. Келль Мария Николаевна. Гравитационные методы обогащения : задачник / Мария Николаевна Келль, 1992. - 83. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>

3. Шохин Владимир Николаевич. Гравитационные методы обогащения : учеб. по спец. " Обогащение материала в потоке воды, текущем по наклонной поверхности Обогащение полез. ископаемых" / Владимир Николаевич Шохин, Александр Григорьевич Лопатин, 1993. - 349. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>

4. Кусков Виктор Борисович. Гравитационные методы обогащения : конспект лекций / В. Б. Кусков, 2001. - 70. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>

Оформление отчетов по практическим и лабораторным работам

Материалы для практических занятий и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Гравитационные методы обогащения» составлены с учетом объема времени, отводимого по учебному плану.

Цель выполнения практических и лабораторных работ - научить обучающихся навыкам самостоятельной работы и закрепление теоретические положения курса.

Перед выполнением практической и лабораторной работы обучающийся должен закрепить теоретические основы раздела, представленные в методических указаниях к дисциплине.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 учебный год 4 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Описание процедуры: В завершении каждого аудиторного занятия обучающимся предоставляется вопрос для коллективного обсуждения по пройденной теме и вопросы для самостоятельной подготовки и повторения пройденного материала.

Контроль знаний по пройденной теме осуществляется на следующем аудиторном занятии в виде индивидуального устного опроса или в виде блиц-опроса. Учебная группа при этом делится на две команды, одна из которых задает вопросы, а вторая - на них отвечает. Затем с участием преподавателя определяется самый интересный вопрос и наиболее информативный ответ.

Примеры вопросов для устного опроса:

Раздел 1. Теоретические основы процесса гравитационного обогащения

1. Что называется процессом гравитационного обогащения?
2. Назовите свойства минералов, на которых основана гравитация?
3. Что называется коэффициентом равнопадаемости.
4. В каких случаях падение частиц называется свободным?
5. В каком случае падение частиц называется стесненным?

### **Критерии оценивания.**

При проведении оценивания знаний обучающихся учитывается:

- правильность ответа;
- умение излагать свою точку зрения;
- корректное приведение примеров;
- грамотное использование терминологии.

Ответ оценивается на:

«отлично» - при наличии у обучающегося глубоких, исчерпывающих знаний, грамотном и логически стройном построении ответа;

«хорошо» - при наличии твердых и достаточно полных знаний, логически стройном построении ответа при незначительных ошибках;

«удовлетворительно» - при наличии твердых знаний, изложении ответа с ошибками, уверенно исправленными после вспомогательных вопросов преподавателя;

«неудовлетворительно» - при наличии грубых ошибок в ответе, непонимании сущности излагаемого вопроса, неуверенности и неточности ответов после вспомогательных вопросов преподавателя.

### **6.1.2 учебный год 5 | Устный опрос**

#### **Описание процедуры.**

В завершении каждого аудиторного занятия обучающимся предоставляется вопрос для коллективного обсуждения по пройденной теме и вопросы для самостоятельной подготовки и повторения пройденного материала.

Контроль знаний по пройденной теме осуществляется на следующем аудиторном занятии в виде индивидуального устного опроса или в виде блиц-опроса. Учебная группа при этом делится на две команды, одна из которых задает вопросы, а вторая - на них отвечает. Затем с участием преподавателя определяется самый интересный вопрос и наиболее информативный ответ.

Раздел 1. Гидравлическая классификация

1. Классификация, как процесс разделения частиц.
2. Область применения классификации
3. Какие аппараты для процесса классификации вы знаете?
4. Принцип действия спирального классификатора.
5. Принцип действия классифицирующего гидроциклона.

Раздел 2. Процесс отсадки

1. Понятие процесса отсадки.
2. Назовите циклы отсадки.
3. Объясните принцип работы поршневой отсадочной машины.
4. Объясните принцип работы беспоршневой отсадочной машины.
5. От каких факторов зависит эффективность отсадки?

Раздел 3. Обогащение материала в потоке воды, текущем по наклонной поверхности

1. Дайте определение процессу обогащения на концентрационном столе.
2. Объясните принцип работы обогатительного шлюза.
3. Какие виды улавливающих поверхностей для шлюзов вы знаете?
4. Объясните принцип работы суживающегося желоба.

Раздел 4. Обогащение в тяжелых средах

1. Какие минералы и (или) сплавы применяют в качестве утяжелителей.
2. Назовите основные свойства утяжелителей.
2. Приведите этапы регенерации суспензий.
3. Назовите оборудование для тяжелосредной сепарации.
4. Объясните принцип работы двухпродуктового тяжелосредного гидроциклона.
5. В чем заключается подготовка исходного материала к тяжелосредному обогащению.

Раздел 5. Обогащение в центробежных аппаратах

1. Обогащение в циклонах. Какие факторы влияют на работу обогатительных циклонов?
2. Объясните принцип работы обогатительной центрифуги.
3. Способы придания разрыхленности постели безнапорного центробежного концентратора.
4. Объясните принцип работы центробежной отсадочной машины.
5. Практика применения центробежных аппаратов.

### **Критерии оценивания.**

При проведении оценивания знаний обучающихся учитывается:

- правильность ответа;
- умение излагать свою точку зрения;
- корректное приведение примеров;
- грамотное использование терминологии.

Ответ оценивается на:

«отлично» - при наличии у обучающегося глубоких, исчерпывающих знаний, грамотном и логически стройном построении ответа;

«хорошо» - при наличии твердых и достаточно полных знаний, логически стройном построении ответа при незначительных ошибках;

«удовлетворительно» - при наличии твердых знаний, изложении ответа с ошибками, уверенно исправленными после вспомогательных вопросов преподавателя;

«неудовлетворительно» - при наличии грубых ошибок в ответе, непонимании сущности излагаемого вопроса, неуверенности и неточности ответов после вспомогательных вопросов преподавателя.

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной</b>
---	----------------------------	---

		<b>аттестации</b>
ПКС-4.5	Способен выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного гравитационного обогащения минерального сырья	Ответы на вопросы экзаменационного билета
ПКС-5.5	Способен выбирать и рассчитывать технологические параметры основного и вспомогательного оборудования для гравитационного обогащения минерального сырья	Ответы на вопросы экзаменационного билета
ПКС-6.1	Способен выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного гравитационного обогащения минерального сырья	Ответы на вопросы экзаменационного билета

## **6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

### **6.2.2.1 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине**

#### **6.2.2.1.1 Описание процедуры**

Экзамен по дисциплине «Гравитационные методы обогащения» проводится в виде устного ответа на вопросы билета. На подготовку ответов на вопросы билета обучающемуся дается 30-40 минут. После подготовки обучающийся устно отвечает на вопросы билета.

Преподаватель может задавать дополнительные вопросы по теме, с целью более полной оценки знаний обучающегося.

Пример экзаменационного билета по дисциплине «Гравитационные методы обогащения»:

Пример задания:

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой ОПИиОСС

\_\_\_\_\_ К.В. Федотов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

Экзаменационный билет №1

по дисциплине «Гравитационные методы обогащения»

специальность 21.05.04 «Горное дело»,

специализация «Обогащение полезных ископаемых»

1. Введите понятие промывистости. Приведите классификацию песков по промывистости.
2. Концентрационный стол. Конструкция, принцип действия, область применения.
3. Конструкция и принцип действия ленточного конвейера.

### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с дополнительными вопросами	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы билета	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответе на вопросы билета, не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя

### 6.2.2.2 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Курсовой проект – помогает закрепить и углубить теоретические знания и практические навыки, полученные при изучении дисциплины и использовать их при решении конкретных инженерных задач.

При выполнении курсового проекта обучающийся должен продемонстрировать навыки:

- сбора и обработки информации по теме курсовой работы;
- расчета качественно-количественных и водно-шламовых показателей схемы гравитационного обогащения алмазосодержащей руды;
- выбора и расчета основного и вспомогательного оборудования;
- обоснования и формулирования выводов по выполненной работе
- построения схемы цепи аппаратов.

Задание для выполнения курсового проекта выдается каждому обучающемуся индивидуально и содержит информацию о производительности цеха гравитационного обогащения алмазосодержащей руды, выходе, содержании и извлечении.

Основные исходные данные для выполнения проекта оформляются на бланке задания на руководителем, назначенным от кафедры. Конкретное содержание пояснительной записки и графического материала определяются методическими рекомендациями по выполнению курсового проекта по дисциплине.

Обучающийся, выполнивший все этапы курсового проекта сдает ее на проверку преподавателю. После проверки и внесения всех необходимых правок обучающийся допускается к защите, которая проводится в виде устных ответов на вопросы преподавателя.

### Пример задания:

Контрольные вопросы к защите курсового проекта

1. Какие параметры влияют на выбор схемы обогащения алмазосодержащей руды?
2. Какие особенности построения схем обогащения алмазосодержащей руды?
3. Приведите формулы для расчета качественно-количественных показателей процесса обогащения.
4. Приведите формулы для расчета водно-шламовых показателей процесса обогащения.
5. Как рассчитать площадь грохочения многоситного инерционного грохота?
6. Какие коэффициенты учитывают при расчете площади грохочения инерционного грохота?
7. Что называют циркулирующей нагрузкой?
8. Определить область применения спиральных классификаторов с погруженной и непогруженной спиралью?
9. Какие поправочные коэффициенты учитывают при расчете диаметра спирали классификатора.
10. Приведите конструкцию и принцип действия отсадочных машин.
11. Приведите конструкцию и принцип действия концентрационных столов?
12. Приведите конструкцию и принцип действия рентгенолюминесцентных сепараторов?
13. Приведите конструкцию и принцип действия спирального классификатора?
14. Приведите конструкцию и принцип действия осадительной воронки?
15. Какие параметры учитывают при построении схемы цепи аппаратов?\_

### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительн о</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
Курсовой проект выполнен в соответствии с заданием, разделы разработаны грамотно, выводы обоснованы и подтверждены расчётами. Пояснительная записка выполнена качественно, с применением новейших информационных технологий. Оформление курсового проекта, соответствует	Курсовой проект выполнен в соответствии с заданием, расчёты выполнены грамотно. Имеющиеся ошибки не носят принципиальный характер. Пояснительная записка оформлена в соответствии с установленными требованиями с небольшими отклонениями. Обучающийся сделал хороший доклад и	Курсовой проект выполнен в полном объёме, в соответствии с заданием, но содержит недостаточно убедительное обоснование выбора схемы обогащения, в расчетах имеются ошибки, свидетельствующие о пробелах в знаниях. Пояснительная записка выполнена небрежно. Обучающийся не раскрыл основные выводы по работы	Курсовой проект выполнен в полном объёме, в соответствии с заданием, но содержит недостаточно убедительное обоснование выбора схемы обогащения, в расчетах имеются ошибки, свидетельствующие о пробелах в знаниях. Пояснительная записка выполнена небрежно. Обучающийся не раскрыл основные выводы по работы ответил правильно на 50...60 % вопросов, заданных

	правильно ответил на 70...80%	ответил правильно на 50...60 % вопросов, заданных преподавателем.	преподавателем.
--	-------------------------------	---	-----------------

## 7 Основная учебная литература

1. Верхотуров М. В. Гравитационные методы обогащения : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полез. ископаемых" / М. В. Верхотуров, 2006. - 351.
2. Шохин Владимир Николаевич. Гравитационные методы обогащения : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / Владимир Николаевич Шохин, А.Г. Лопатин, 1980. - 400.
3. Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсового проекта / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 22.  
[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4832.pdf>
4. Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 44.  
[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4833.pdf>
5. Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению самостоятельной работы студентов (СРС) / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 10.  
[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4834.pdf>

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Ржевская Светлана Владимировна. Качество полезных ископаемых : учеб. пособие по дисциплинам "Качество полезных ископаемых" для студентов спец. 0210 и "Качество и переработка полезных ископаемых" для студентов спец. 0202 Основы стандартизации и метрологии / Светлана Владимировна Ржевская; Моск. горный ин-т, 1986. - 52.
2. Авдохин. Основы обогащения полезных ископаемых Технологии обогащения полезных ископаемых, 2006. - 309.
3. Трусова В. В. Технологии обогащения полезных ископаемых : практикум / В. В. Трусова, А. Е. Бурдонов, 2019. - 163.  
[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22278.pdf>

## 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## 10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

### **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2007
2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2008

### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. весы лабораторные ВК-3000
2. Печь муфельная SNOL 8.2/1100 A414-124-600\*0018
3. Весы "ТВ-М-600.2-А1"
4. Компьютер P4500/1024\*2/160/GF256Mb/DVD-RW/Samsung LCD 19/кл/мышь/сет. фильтр
5. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.