

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 10.06.2026 08:36:34

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954саас05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afcdab7b409f

## 1. АННОТАЦИЯ

### к рабочей программе дисциплины

#### Б1.В.03 Гравитационные процессы обогащения полезных ископаемых

Трудоемкость 5з.е.

#### 1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

*Цель* преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний по теории гравитационных процессов, умения использовать эти знания для практической деятельности.

#### *Задачи освоения дисциплины:*

Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых осуществляются в водной и воздушной средах, в тяжелых жидкостях и минеральных суспензиях (тяжелых средах).

К гравитационным методам относятся гидравлическая, центробежная и пневматическая классификация, обогащение в тяжёлых средах, отсадка, обогащение в мочных желобах, шлюзах, струйных концентраторах, винтовых сепараторах, на концентрационных столах пневматическое обогащение, протирка и промывка.

Гравитационные методы обогащения являются основой процессов, с помощью которых перерабатывают большую часть полезных ископаемых (угли, сланцы, окисленные железные руды, золотые, оловянные руды и др.).

#### *Краткое содержание:*

Свободное и стесненное падение минеральных частиц в средах.

Гидравлическая классификация.

Обогащение в тяжелых средах.

Отсадка. Обогащение на концентрационных столах.

Обогащение на шлюзах. Обогащение на винтовых и струйных сепараторах.

Специальные виды гравитационного обогащения.

#### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (содержание коды компетенций)	Наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Производственно-технологический	ПК-2 Способен выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию  ПК-3 Способен выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства	<i>ПК-2.1</i> -формулирует обоснование главных параметров технологического процесса в зависимости от основного обогатительного оборудования; <i>ПК-2.2</i> -определяет владение горной терминологией, методами и навыками решения задач по обогащению полезных ископаемых; <i>ПК-2.3</i> -использует знания технологических схем производства, порядка формирования плана работ, способов обогащения полезных ископаемых; <i>ПК-2.4</i> -способность осуществлять контроль качества	<i>Должен знать:</i> -место и роль гравитационных методов обогащения в схемах обогащения полезных ископаемых; -теоретические основы процессов; -конструкцию и принцип действия основных аппаратов, используемых на практике; -принципы регулировки и расчета производительности основных аппаратов; -способы математического и графического описания вещественного состава	Практические работы №1-9  Аналитическая справка  Курсовой проект  экзамен

<p>работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования</p> <p>ПК-5 Способен анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности.</p> <p>организа- ционно- управлен- ческий</p>	<p>производства работ и обеспечивать правильность выполнения их исполнителями; ПК-3.1 -осуществляет разработку документации и доводит до исполнителей наряды и задания на выполнение подготовительных, обогатительных и вспомогательных работ; ПК-3.2 -конструктивно взаимодействует при проектировании с технологическими и физико-техническими основами осуществления процессов по обогащению полезных ископаемых; ПК-3.3 -осуществляет составление графиков работ и перспективных планов, инструкций, смет, заявок на материалы и оборудование, заполнение необходимых отчетных документов в соответствии с установленными формами и планами производства; ПК-3.4 -определяет параметры работы оборудования на основе знаний процессов, технологий и механизации; ПК-3.5 -формулирует обобщение и анализ данных о работе производственных участков; ПК-3.6 -осуществляет контроль качества продуктов обогащения; ПК-5.4 -составляет план и осуществлять контроль выполнения мероприятий по соблюдению требований охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды на участках обогатительных фабрик.</p>	<p>полезного ископаемого и результатов его обогащения. Должен уметь: -определять параметры движения тел в средах, показатели эффективности гравитационных процессов, тип используемого аппарата и его производительность, регулировать гравитационные, обогатительные аппараты с целью получения необходимых технологических показателей. Должен владеть: -научной терминологией в области подготовки твердых полезных ископаемых к обогащению; -методами эффективной эксплуатации горно-обогатительной техники при обогащении твердых полезных ископаемых; - составлением плана и осуществлять контроль выполнения мероприятий по соблюдению требований охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды на участках обогащения полезных ископаемых.</p>	
--	--	--	--

### 1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.03	Гравитационные процессы обогащения полезных ископаемых	7	Б1.О.15 Физика Б1.О16.Химия Б1.О.24 Геология Б1.В.10 Органическая химия	Б1.В.06 Технология обогащения полезных ископаемых Б1.В.08 Проектирование обогатительных фабрик Б2.В.01(П) Производственно-технологическая практика. Б3.В.02(П) Производственно-технологическая практика. Б2.В.04(Пд) Производственная преддипломная проектно-технологическая практика Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

1.4. Язык преподавания: русский.

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана гр. С-ОПИ-26

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.03 Гравитационные процессы обогащения полезных ископаемых	
Курс изучения	4	
Семестр(ы) изучения	7	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен	
Курсовой проект, семестр выполнения	7	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	5ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	180	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО1, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	72	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	34	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	-	-
- лабораторные работы	-	-
- практикумы	34	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	4	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	81	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	27	

1 Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы(в форме практической подготовки)	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
1. Основные понятия о гравитационных методах обогащения	12	4	-	-	-	-	-	4	-	-	4(ТР)
2. Теоретические основы гравитационных методов обогащения	15	4	-	-	-	-	-	4	-	-	7(ТР,ПР)
3. Гидравлическая классификация	15	4	-	-	-	-	-	4	-	-	7(ТР,ПР)
4. Отсадка	15	4	-	-	-	-	-	4	-	-	7(ТР,ПР)
5. Обогащение в тяжелых средах	17	6	-	-	-	-	-	4	-	-	7(ТР,ПР)
6. Обогащение в потоках, текущих по наклонным поверхностям	15	4	-	-	-	-	-	4	-	-	7(ТР,ПР)
7. Центробежная концентрация, вибрационная и противоточная сепарация	15	4	-	-	-	-	-	4	-	-	7(ТР,ПР)
8. Промывка	13	2	-	-	-	-	-	2	-	-	7(ТР,ПР)
9. Пневматическое обогащение	13	2	-	-	-	-	-	4	-	-	7(ТР,ПР)
Курсовой проект	25	-	-	-	-	-	-	-	-	4	21(КП)
Всего часов	153	34	-	-	-	-	-	34	-	4	81

Примечание: ПР- оформление и подготовка к защите практических работ; ТР- теоретическая подготовка; КП – выполнение курсового проекта

## 3.2. Содержание тем программы дисциплины

### **Раздел 1**

#### *Лекция 1,2(4час)*

Основные понятия о гравитационных методах обогащения. Задачи и содержание курса. Значение гравитационных методов и их место среди других методов обогащения. История, масштабы и перспективы развития гравитационных методов. Характеристика гравитационных методов обогащения и их классификация. Разделительные признаки минералов при гравитационных процессах. Характеристика свойств минералов и реологические свойства сред, используемых при гравитационном обогащении. Методы определения реологических параметров сред обогащения. Методы определения плотности материалов.

### **Раздел 2**

#### *Лекции 3,4(4час)*

Теоретические основы гравитационных методов обогащения. Общие положения. Силы, действующие при использовании гравитационных методов. Сопротивление среды и ее составляющие. Диаграмма Релея. Общие принципы разделения частиц в гравитационных аппаратах. Виды сопротивления сред. Турбулентный и ламинарный режимы движения. Свободное падение тел. Определение скорости свободного падения. Определение скорости свободного падения шарообразных частиц. Общее выражение конечной скорости падения по параметру Лященко. Скорость свободного падения тел несферической формы. Равнопадаемость частиц в среде и коэффициент равнопадаемости. Движение тел в центробежном поле. Стесненное движение минеральных частиц. Частные случаи стесненного падения. Сопротивление среды при стесненном движении. Скорость стесненного падения. Равнопадаемость в условиях стесненного движения зерен.

### **Раздел 3**

#### *Лекция 5,6(4час)*

Гидравлическая классификация. Характеристика процесса и области применения гидравлической классификации. Разделение минеральных частиц по скоростям падения. Роль крупности и плотности зерен.

Виды классификаторов. Механические классификаторы. Принцип действия. Назначение и типы механических классификаторов. Расчет производительности. Гидравлические конусные и многокамерные классификаторы. Конструкция и принцип действия.

Классификация в поле действия центробежной силы. Гидроциклоны. Принцип действия, область применения. Основные факторы, влияющие на их работу. Достоинства и недостатки. Схемы классификации с применением гидроциклонов. Технологический расчет и выбор гидроциклонов.

### **Раздел 4**

#### *Лекции 7,8,9(6час)*

Отсадка. Общие принципы процесса и область его применения. Теоретические основы процесса. Отсадка крупного, мелкого и ширококлассифицированного материала. Циклы отсадки. Регулируемые параметры отсадочной машины: частота и амплитуда пульсаций.

Виды отсадочных машин и области применения.

Разгрузка тяжелой фракции. Схемы обогащения отсадкой. Расчет и выбор отсадочных машин.

### **Раздел 5**

#### *Лекции 10,11, 12 (6час)*

Обогащение в тяжелых средах. Тяжелые среды: тяжелые жидкости и тяжелые суспензии. Фракционный анализ. Построение кривых обогатимости и кривых разделения. Утяжелители. Свойства тяжелых суспензий. Закономерности движения минеральных частиц в суспензиях. Конструкции и области применения тяжелосредних сепараторов. Тяжелосреднее обогащение в центробежных аппаратах. Схемы обогащения в тяжелых суспензиях.

### **Раздел 6**

#### *Лекции 13,14 (4 час)*

Обогащение в потоках, текущих по наклонным поверхностям. Движение потоков воды по наклонной плоскости. Особенности движения минеральных зерен в струе воды, текущей по наклонной плоскости. Турбулентность потоков и возникновение вертикальной взвешивающей составляющей скорости. Подъемная сила потоков. Классификация аппаратов и область их применения.

Концентрация на столах. Теоретические основы расслоения взвесей на столах. Роль нарифлений. Факторы, влияющие на работу столов и регулировка процесса. Виды столов. Выбор и расчет концентрационных столов.

Обогащение на шлюзах. Теоретические основы концентрации на шлюзах. Устройство шлюзов. Факторы, влияющие на работу шлюзов. Особенности применения и конструкция шлюзов.

Обогащение на винтовых сепараторах и шлюзах. Теория процесса обогащения на винтовых сепараторах и винтовых шлюзах. Особенности движения потока и расслоения минеральных взвесей на винтовых сепараторах. Принцип работы, виды винтовых сепараторов и шлюзов. Факторы, влияющие на работу винтовых сепараторов.

Обогащение в желобах. Принцип действия, типы и устройство струйных концентраторов. Подготовка материала перед обогащением. Факторы, влияющие на работу концентраторов. Области применения и практика работы.

#### ***Раздел 7***

*Лекции 15, 16 (4 час.)*

Центробежная концентрация, вибрационная и противоточная сепарация. Центробежные концентраторы. Теоретические основы. Напорные и безнапорные концентраторы. Конструкция. Области применения.

Вибрационная концентрация. Аппараты для вибрационной концентрации. Противоточная водная сепарация. Особенности процесса и область применения. Аппараты. Особенности гравитационного разделения в воздушной среде. Принцип действия, устройство пневматических отсадочных машин и сепараторов. Факторы, влияющие на их работу. Область применения пневматической концентрации.

#### ***Раздел 8***

*Лекции 17 (2 час.)*

Промывка. Общие положения. Характеристика процесса дезинтеграции и промывки, области применения. Физические свойства глин и других материалов, поступающих в промывку. Классификация промывочных машин, их типы и конструкции.

#### ***Раздел 9***

*Лекции 18 (2 час.)*

Пневматическое обогащение. Основные понятия о процессе. Область применения. Аппараты для пневматического обогащения.

### **3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии**

Основными видами учебных занятий при изучении образовательного модуля являются практические и групповые занятия, лекции, а также самостоятельная работа. Практические и групповые занятия составляют основу для изучения материала образовательного модуля. Практические занятия направлены на выработку умений по определению параметров движения тел в средах, показатели эффективности гравитационных процессов, тип используемого аппарата и его производительность, регулирование гравитационных обогатительных аппаратов с целью получения необходимых технологических показателей.

При подготовке к групповым занятиям обучающиеся изучают рекомендованную литературу, материалы лекций по соответствующей теме, дополняют лекционный материал.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиска и приобретения новых знаний, а также выполнения

учебных заданий, подготовки к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости по образовательному модулю проводится в виде защит практических работ по пройденным темам.

Промежуточная аттестация по модулю проводится в виде аналитической справки в письменном виде, выполнение курсового проекта Подготовка к аттестации проводится в часы самостоятельной работы обучающихся, а также вовремя консультаций преподавателей. В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и **интерактивными технологиями**: 8л8пр.

**Кейс** (способы и схемы проведения выработок). Обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

**Проблемное обучение.** Последовательное и целенаправленное выдвижение перед обучающимися проблемных задач, разрешая которые обучаемые активно добывают знания, развивают мышление, делают выводы, обобщающие свою позицию по решению поставленной проблемы.

**Технологии формирования научно- исследовательской деятельности.** Создание условий для формирования практического опыта работы с объектами будущей профессиональной деятельности.

**Реферат.** Средство, позволяющее проводить самостоятельный поиск материалов по заданной теме, реферировать и анализировать их, правильно оформлять и, при необходимости, защищать свою точку зрения по проблематике реферата.

**Аналитическая справка.** Сравнительный анализ различных видов оборудования с учетом производительности и эффективности применения.

**Дискуссионные методы** могут быть реализованы в виде диалога участников или групп участников, сократовской беседы, групповой дискуссии, анализа конкретной ситуации или других. Дискуссионные методы в рамках дисциплины реализуются на лекционных и семинарских занятиях.

При **проблемном обучении** под руководством преподавателя формулируется проблемный вопрос, создаются проблемные ситуации, в результате чего активизируется самостоятельная деятельность студентов, происходит овладение профессиональными компетенциями. Проблемное обучение в рамках дисциплины реализуются при проведении практикумов.

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся Методические указания размещены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru/>

Раздел дисциплины	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4. Отсадка	7	Кейс	4пр
5. Обогащение в тяжелых средах		Проблемное обучение	4л
6. Обогащение в потоках, текущих по наклонным поверхностям		Технологии формирования научно-исследовательской деятельности	4пр
7. Центробежная концентрация, вибрационная и противоточная сепарация.		Самостоятельный поиск	4л
Итого:			8л8пр

#### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

##### 4.1 Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы)	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля
1	Разделы 1-9	Практические работы №1-9	50	Защита СРС
2	Раздел 6	Аналитическая справка	10	
3	Разделы 1-9	Курсовой проект	21	
4		Итого	81	

##### 4.2. Практические работы (по вариантам)

№ п/п	Наименование работы	Трудоемкость, час	Формы контроля
1	Фракционный анализ	6	Защита практических работ
2	Гравитационное обогащение на отсадочной машине МОД-2	6	
3	Гравитационное обогащение на концентрационном столе СКМ-1А	6	
4	Конструкция и принцип действия концентратора Кнельсона	6	
5	Гравитационное обогащение на шлюзах	6	
6	Технологические схемы отсадочного варианта драг	6	
7	Процесс обогащения на промприборах ПКБШ-100	6	
8	Расчет количественной схемы гравитационного обогащения	4	
9	Выбор технологических схем гравитационного обогащения	4	
12	Итого	50	

##### 4.2. Аналитическая справка

№ п/п	Наименование работы	Трудоемкость, час	Формы контроля
1	Разделительные признаки минералов при гравитационных процессах.	3	Письменная работа в форме пояснительной записки с защитой работы
2	Характеристика свойств минералов и реологические свойства сред, используемых при гравитационном обогащении.	3	
3	Анализ параметров машин гравитационного обогащения	4	
5	Итого	10	

##### 4.3. Курсовой проект

*Должен содержать следующее:*

- краткий теоретический раздел, освещающий суть рассматриваемого взаимодействия/объекта исследования/явления;
- постановка проблемы в рамках выбранной темы;
- обоснование выбора для анализа данной темы и проблемы.

*Основная часть:*

данный раздел посвящен непосредственно раскрытию темы, он должен занимать не менее 2/3 объема работы и освещать следующие вопросы:

-анализ рассматриваемого в статье взаимодействия явления с использованием изучаемого в курсе понятийного аппарата и инструментария;

-анализ и личную оценку студента (аргументированную на основе материала курса) - адекватности приведенных в работе выводов и/или предлагаемые студентом (исходя из проведенного анализа) выводы и направления решения проблемы;

-попытки применения в анализе аппарата математического анализа и социологических методов исследования для построения простых качественных моделей описываемых явлений/взаимодействий не являются обязательными, но приветствуются.

#### *Заключение.*

Данный раздел посвящен обобщению полученных в ходе анализа выводов. Он должен подводить итог написанному в основной части и содержать выводы о том, что аппарат маркетингового анализа предприятия может привести в анализ исследуемых явлений.

**Тема:** *Проектирование гравитационного обогащения (по вариантам).*

Перечень тем:

1. Проект основного цикла цеха гравитационного обогащения по переработке оловосодержащих руд. (10 вариантов).

2. Проект промпродуктового цикла цеха гравитационного обогащения по переработке оловосодержащих руд. (10 вариантов).

3. Проект хвостового цикла цеха гравитационного обогащения по переработке оловосодержащих руд. (10 вариантов).

**Исходные данные** – технологическая схема и значения показателей выхода и содержания ценного компонента в некоторых продуктах обогащения, а также показатели частного извлечения по операциям обогащения приведены ниже для всех 30 вариантов.

Производительность основного, промпродуктового и хвостового циклов цеха гравитационного обогащения составляет соответственно 900, 700 и 500 т/сутки.

Извлечение минерала в черновой концентрат соответственно 45,5; 61,0 и 28,0 %.

Содержание готового класса (- 0,074мм) в измельченном продукте соответственно 21,0; 40,0 и 56,0 %.

Пример варианта:

Схемы обогащения № 1 (основной цикл) для вариантов 1.1; 1.2 ... 1.0.

Варианты исходных данных для расчета схемы обогащения № 1 (основной цикл).

№ варианта	выход продукта №, (%)								массовая доля минерала в продукте №, (%)							
	8	9	10	11	21	23	25	27	13	15	17	19	21	23	25	27
1.1.	36,8	31,0	15,8	9,8	1,39	1,0	0,41	0,53	1,78	2,13	2,69	3,15	5,84	5,95	5,78	5,97
1.2.	36,9	31,1	15,9	9,9	1,39	1,0	0,41	0,53	1,78	2,13	2,69	3,15	5,84	5,95	5,78	5,97
1.3.	37,0	31,2	16,0	10,0	1,4	1,1	0,42	0,54	1,78	2,13	2,69	3,15	5,84	5,95	5,78	5,97
1.4.	37,1	31,3	16,1	10,1	1,41	1,11	0,43	0,55	1,78	2,13	2,69	3,15	5,84	5,95	5,78	5,97
1.5.	36,8	31,0	15,8	9,8	1,39	1,0	0,41	0,53	1,78	2,13	2,69	3,15	5,84	5,95	5,78	5,97
1.6.	36,8	31,0	15,8	9,8	1,39	1,0	0,41	0,53	1,78	2,13	2,69	3,15	5,84	5,95	5,78	5,97
1.7.	36,9	31,1	15,9	9,9	1,4	1,1	0,42	0,54	1,79	2,14	2,7	3,16	5,85	5,96	5,79	5,98
1.8.	36,9	31,1	15,9	9,9	1,4	1,1	0,42	0,54	1,8	2,15	2,71	3,17	5,86	5,97	5,8	5,99
1.9.	37,0	31,2	16,0	10,0	1,4	1,1	0,4	0,5	1,81	2,16	2,72	3,18	5,87	5,98	5,81	6,0
1.0.	37,0	31,2	16,0	10,0	1,4	1,1	0,4	0,5	1,82	2,17	2,73	3,19	5,88	5,99	5,82	6,01

№ варианта	частное извлечение операции №, (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1.1.	56,0	55,1	46,2	63,3	83,4	86,5	91,6	90,7
1.2.	55,9	55,0	46,1	63,2	83,3	86,4	91,5	90,6
1.3.	55,8	54,9	46,0	63,1	83,2	86,3	91,4	90,5
1.4.	55,7	54,8	45,9	63,0	83,1	86,2	91,3	90,4
1.5.	55,6	54,7	45,8	62,9	83,0	86,1	91,2	90,3
1.6.	55,5	54,6	45,7	62,8	82,9	86,0	91,1	90,2
1.7.	55,4	54,5	45,6	62,7	82,8	85,9	91,0	90,1
1.8.	55,3	54,4	45,5	62,6	82,7	85,8	90,9	90,0
1.9.	55,2	54,3	45,4	62,5	82,6	85,7	90,8	89,9
1.0.	55,1	54,2	45,3	62,4	82,5	85,6	90,7	89,8

№ п/п	Наименование работы	Трудоемкость, час	Формы контроля
1	Теоретическая часть	5	Доклад Защита КП
2	Расчетная часть	5	
3	Графическая часть	9	
4	Заключение	2	
5	Итого	21	

### Критерии оценок

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-2 ПК-3 ПК-5	Работа выполнена в соответствии с заданием, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	ПР-50б. АС-20б. КП-100б.
	Работа выполнена в соответствии с заданием, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	ПР-40б. АС-18б. КП-80б.
	В работе сделаны незначительные ошибки в расчетах. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Графическая часть имеет отступления от ГОСТов.	ПР-30б. АС-15б. КП-60б.
	Работа требует исправления.	Не оценивается.

5.

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

1. Методические указания к практическим работам.
2. Методические указания по выполнению курсового проекта.

Методические указания размещены в СДО Moodle:

<https://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=17145>

### Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
1	Практические работы	30	50
2	Аналитическая справка	15	20
3	<b>Итого:</b>	<b>45</b>	<b>70</b>
4	<b>Экзамен</b>		<b>30</b>
5	<b>Всего</b>		<b>100</b>

### Рейтинговый регламент по курсовому проекту:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
1	Теоретическая часть	12б.	20б.
2	Расчетная часть	18б.	30б.
3	Графическое приложение	12б.	20б.
4	Подготовка к защите		
5	Защита КП	18б.	30б.
	<b>Итого:</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-2 ПК-3 ПК-5	<i>ПК-2.1 -формулирует обоснование главных параметров технологического процесса в зависимости от</i>	<i>Должен знать: -место и роль гравитационных методов обогащения в схемах обогащения полезных ископаемых;</i>	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе	отлично

	<p><i>основного обогатительного оборудования;</i> ПК-2.2 <i>-определяет владение горной терминологией, методами и навыками решения задач по обогащению полезных ископаемых;</i> ПК-2.3 <i>-использует знания технологических схем производства, порядка формирования плана работ, способов обогащения полезных ископаемых;</i> ПК-2.4 <i>-способность осуществлять контроль качества производства работ и обеспечивать правильность выполнения их исполнителями;</i> ПК-3.1 <i>-осуществляет разработку документации и доводит до исполнителей наряды и задания на выполнение подготовительных, обогатительных и вспомогательных работ;</i> ПК-3.2 <i>-конструктивно взаимодействует при проектировании с технологическими</i></p>	<p>-теоретические основы процессов; -конструкцию и принцип действия основных аппаратов, используемых на практике; -принципы регулировки и расчета производительности и основных аппаратов; -способы математического и графического описания вещественного состава полезного ископаемого и результатов его обогащения. <i>Должен уметь:</i> -определять параметры движения тел в средах, показатели эффективности гравитационных процессов, тип используемого аппарата и его производительность, регулировать гравитационные, обогатительные аппараты с целью получения необходимых технологических показателей. <i>Должен владеть:</i> -научной терминологией в области подготовки твердых полезных ископаемых к обогащению; -методами эффективной эксплуатации горно-обогатительной техники при обогащении</p>		<p>прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по предмету.</p> <p>Практикум выполнен согласно алгоритму решения, отсутствуют ошибки различных типов, оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p>	
			Базовый	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные недочеты. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по дисциплине.</p> <p>Практикум выполнен согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, не меняющие суть решения, оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p>	хорошо
			Минимальный	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность</p>	Удовлетворительно

	<p><i>и физико-техническими основами осуществления процессов по обогащению полезных ископаемых;</i>  <i>ПК-3.3</i>  <i>-осуществляет составление графиков работ и перспективных планов, инструкций, смет, заявок на материалы и оборудование, заполнение необходимых отчетных документов в соответствии с установленными формами и планами производства;</i>  <i>ПК-3.4</i>  <i>-определяет параметры работы оборудования на основе знаний процессов, технологий и механизации;</i>  <i>ПК-3.5</i>  <i>-формулирует обобщение и анализ данных о производственных участках;</i>  <i>ПК-3.6</i>  <i>-Осуществляет контроль качества продуктов обогащения;</i>  <i>ПК-5.4</i>  <i>-составляет план и осуществлять контроль выполнения мероприятий по соблюдению требований</i></p>	<p>твердых полезных ископаемых;  - составлением плана и осуществлять контроль выполнения мероприятий по соблюдению требований охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды на участках обогащения полезных ископаемых.</p>		<p>изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Недостаточно верно используется профессиональная терминология.</p> <p>Практикум выполнен согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, исправленные в процессе ответа, оформление измерений и вычислений также имеют отклонения от технических требований. Допущены 4-5 ошибок различных типов, в целом соответствует нормативным требованиям.</p>	
			<p>Не освоены</p>	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. В ответах не используется профессиональная терминология. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.  <i>Или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует  <i>Или</i> Отказ от ответа.<i>или</i> Ответ представляет собой разрозненные знания с ошибочными понятиями. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.  <i>Или</i> Выполнение практикума полностью неверно, отсутствует</p>	<p>Не удовлетворительно</p>

	охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды на участках обогатительных фабрик.				
--	--	--	--	--	--

## 6.2. Примерные контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам.

Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание, направленное на выявление уровня сформированности компетенций ПК-2, ПК-3, ПК-5

### Перечень теоретических вопросов:

1. Классификация гравитационных процессов обогащения и их распространенность. Преимущества и недостатки. Основные свойства сред, используемых при ГМО.

2. Алгоритм вычисления коэффициента равнопадаемости шаров разного размера.

3. Регулировка свойств суспензий.

4. Определение гравитационных методов обогащения. Разделительные признаки. Область и масштабы использования ГМО.

4. Коэффициент равнопадаемости при свободном падении шаров различного размера.

5. Утяжелители, применяемые для обогащения в тяжелых суспензиях и их свойства.

6. Виды движения сред при ГПО. Силы, действующие при ГПО. Соппротивление среды и ее составляющие. Ускорение тел в реальной среде.

7. Конечная скорость частиц правильной формы, отличающийся от сферической.

8. Колесные тяжелосредные сепараторы. Устройство (эскиз). Регулировка работы. Область применения. Расчет производительности.

9. Способы определения плотностей минералов и сред обогащения.

10. Крупность разделения при гидравлической классификации и способы ее оценки.

11. Конусные тяжелосредные сепараторы. Устройство (эскиз), регулировка, область применения. Расчет производительности.

12. Вывод формул для определения для определения объемного и массового содержания удельно-тяжелого минерала в смесях и суспензиях.

13. Спиральные классификаторы. Принцип действия, регулировка работы, область применения, преимущества и недостатки. Расчет производительности.

14. Тяжелосредные циклоны отечественных и зарубежных конструкций, устройство, регулировка работы, область применения.

15. Оценка крупности частиц и их формы. Геометрический и гидравлический диаметр, коэффициент сферичности.

16. Обобщающая формула для определения конечной скорости свободного падения с учетом формы тел.

17. Потери утяжелителя и расход воды при тяжелосредном обогащении. Зависимость параметров от крупности материала.

18. Тяжелые жидкости и их использование;

19. Тяжелые жидкости. Фракционный анализ;

20. История появления и развития гравитационных методов обогащения;

21. Классификация в водной и воздушной среде;

22. Механические классификаторы;

23. Гидроциклоны;

24. Отсадка;

25. Диафрагмовые отсадочные машины;

26. Воздушно – пульсационные отсадочные машины;
9. Обогащение в тяжелых средах;
27. Виды тяжелых сред;
28. Тяжелосредные сепараторы;
29. Колесные тяжелосредные сепараторы;
30. Барабанные тяжелосредные сепараторы;
31. Тяжелосредные гидроциклоны;
32. Схемы обогащения в тяжелых суспензиях;
33. Обогащение на концентрационных столах. Виды столов;
34. Обогащение в шлюзах. Виды шлюзов;
35. Обогащение в желобах. Виды желобов;
36. Обогащение на винтовых сепараторах;
37. Центробежная концентрация. Виды центробежных концентраторов;
38. Напорные центробежные концентраторы;
39. Безнапорные центробежные концентраторы;
40. Концентраторы Нельсон;
41. Технологические схемы обогащения коксующихся углей;
42. Технологические схемы обогащения энергетических углей;
43. Обогащение горючих сланцев;
44. Обогащение алмазосодержащих руд;
45. Обогащение янтаря;
46. Использование гравитационных методов при обогащении железосодержащих руд.
47. Противоточная водная сепарация;
48. Пневматическое обогащение материалов.

**Перечень практических вопросов:**

Контрольные вопросы к ПР№ 1-9

Пример: Расчет параметров суспензии.

**Критерии оценки экзамена**

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-2 ПК-3 ПК-5	<p><b>Теоретические вопросы</b> Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p><b>Практический вопрос</b> Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.</p>	306.
	<p><b>Теоретические вопросы</b> Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью</p>	246.

	<p>преподавателя.  <b>Практический вопрос</b>          Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.</p>	
	<p><b>Теоретические вопросы</b>          Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний удовлетворительно.  <b>Практический вопрос</b>          Задача решена в соответствии с алгоритмом, однако при решении задачи возникают трудности в выборе необходимых справочных данных.</p>	186.
	<p><b>Теоретические вопросы</b>          Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется.  <b>Практический вопрос</b>          Отсутствует решение задачи.  <i>или</i>          Ответ на вопрос полностью отсутствует  <i>или</i>          Отказ от ответа</p>	Пересдача экзамена

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

<b>Характеристики процедуры</b>	<b>Б1.БВ.03 Гравитационные процессы обогащения</b>
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенций ПК-2, ПК-3, ПК-5
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 4курса специалитета
Период проведения процедуры	Летняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	Лекционная аудитория А402 СРС А403
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час. Тестирование – 45 минут.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.2. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

### 7.Перечень электронных и печатных учебных изданий

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Библиотека НТИ(СВФУ)	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
<b>Основная литература</b>			
1	Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: учеб.для студ. вузов. В 3-х т. Т. 1. Обогащительные процессы и аппараты / А. А. Абрамов. - Изд. 2-е., стер. - Москва: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2004. - 470 с. : ил. - (Высшее горное образование). - Библиогр. : с. 467. - ISBN 5-7418-0281-8 : 715.64.	13	
2	Аверин, Г. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие : [16+] / Г. А. Аверин, О. Г. Доценко, Е. Г. Корецкая. – Москва : Директ-Медиа, 2023. – 212 с.		<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=703029">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=703029</a>
3	Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник для вузов : [16+] / В. М. Авдохин. – 4-е изд., стер. – Москва : Горная книга, 2017. – Том 2. Технологии обогащения полезных ископаемых. – 312 с.		<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=693210">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=693210</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1	Кармазин, В. В. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых : учебное пособие : [16+] / В. В. Кармазин, И. К. Младецкий, П. И. Пилов. – 2-е изд., стер. – Москва : Горная книга, 2018. – 228 с.		<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=688067">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=688067</a>

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины**

2. Горное дело. Информационно-справочный сайт о горной промышленности  
URL: <http://www.mwork.su>
1. Сайт Ростехнадзора РФ Материалы по безопасности в горной промышленности  
URL: <http://www.gosnadzor.ru>
2. Угольный портал URL: <http://rosugol.ru>
3. Высшее горное образование: интернет портал. Учебно-методическое объединение ВУЗов РФ по образованию в области горного дела URL: <http://www.fgosvo.ru>

*Сайты журналов по горной тематике:*

1. Уголь URL: [http://www.rosugol.ru/jur\\_u/ugol.html](http://www.rosugol.ru/jur_u/ugol.html)
2. Горный журнал URL: <http://www.rudmet>
3. Горная промышленность  
URL: <http://www.mining-media>
4. Горное оборудование и электромеханика URL: <http://novtex.ru/gormash>  
<http://moodle.nfygu.ru/> – Электронная информационно-образовательная среда «Moodle»;  
<http://www.studentlibrary.ru> ЭБС Консультант студента - ДОГОВОР №373-12/25 от 17.12.2025 г. с ООО «Консультант студента».Срок действия: с 01.01.2026 до 31.12.2026 г.г..  
[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) ЭБС Университетская библиотека онлайн –  
<https://urait.ru/> ЭБС Юрайт - ДОГОВОР №375-12/25 от 17.12.2025 г. с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» на доступ ко всей платформе ЭБС «Юрайт». Срок действия: с 01.01.2026 до 31.12.2026 г.г.  
<https://basemine.ru> База знаний для горняков (в свободном доступе)

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Лекционная аудитория А409.
2. Ноутбук, проектор, экран.
3. Практические занятия: ноутбуки-9, программное обеспечение
4. Наглядные материалы (специализированные стенды, плакаты, видеофильмы, учебные пособия, презентации).

**СРС- А403**

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

### **10.2. Перечень программного обеспечения**

-MicrosoftOffice (Word, PowerPoint)

### **10.3. Перечень информационных справочных систем**

Не используются.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра горного дела

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.03 Гравитационные процессы обогащения полезных ископаемых**

для программы специалитета

по специальности

21.05.04 Горное дело

Специализация: Обогащение полезных ископаемых

Форма обучения: очная

Автор: Редлих Э.Ф., ст.преподаватель кафедры горного дела, e-mail: Redlih@rambler.ru

РЕКОМЕНДОВАНО Заведующий кафедрой разработчика ГД _____ / <u>Рочев В.Ф.</u> протокол № 4 от «3» апреля 2026 г.	ОДОБРЕНО Заведующий выпускающей кафедрой ГД _____ / <u>Рочев В.Ф.</u> протокол № 4 от «3» апреля 2026 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО _____/ Емельянова К.Н./ «22» апреля 2026 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП Председатель УМС _____/ <u>Ядреева Л.Д.</u> протокол УМС №9 от «23» апреля 2026 г.		Зав. библиотекой _____/ <u>Семененко И.А.</u> «20» апреля 2026г.

Нерюнгри 2026

