

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Санкт-Петербургский горный университет**

**Кафедра обогащения полезных ископаемых**

## **ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ**

*Методические указания к самостоятельным работам  
для студентов специальности 21.05.04*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2022**

УДК 622.7(073)

**ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ:** Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *В.Б. Кусков*. СПб, 2022. 20 с.

Методические указания предназначены для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Обогащение полезных ископаемых». Методические указания служат для оказания помощи студенту при выполнении самостоятельной работы.

Научный редактор проф. *Т.Н. Александрова*

Рецензент к.т.н. *В.А. Таранов* (АО «Механобр инжиниринг»)

## ВВЕДЕНИЕ

Цель организации самостоятельной работы - обеспечение качественного и эффективного обучения в соответствии с требованиями действующих государственных образовательных стандартов, что достигается непрерывной и дискретной учебной работой студента по освоению программ отдельных учебных дисциплин (модулей).

Изучение дисциплины «Гравитационные методы обогащения» предполагает формирование у обучающихся базовых знаний в области обогащения полезных ископаемых, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с вопросами обогащения полезных ископаемых, т.е. формирование у студента достаточного полного и правильного представления об одном из важнейших этапов в общей технологии использования минерального сырья – их обогащении.

**Целью** самостоятельной работы обучающихся является углубление и закрепление знаний, умений и навыков, полученных обучающимися в рамках аудиторных занятий в рамках изучаемой дисциплины, побуждение к творческой деятельности.

СРС позволяет реализовать следующие функции: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний, практических умений и навыков обучающихся; углубление и расширение теоретических знаний; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; формирование умений использовать нормативную, правовую и специальную литературу; развитие познавательных способностей и активности обучающихся.

Задачи организации СРС обучающихся:

обеспечить единство, непрерывности целостность образовательного процесса на всех этапах его осуществления; освоить содержание основных положений учебного курса в процессе подготовки к аудиторным занятиям; научиться использовать материал, собранный в ходе и полученный в ходе аудиторных и самостоятельных занятиях; формировать самостоятельное мышление и

способность самостоятельно решать проблему; использовать новые информационные технологии.

Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное время по заданию преподавателю, но без его непосредственного участия.

Обучающийся осуществляет самостоятельную работу в соответствии с рабочим учебным планом и программой самостоятельной работы, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала.

В методических указаниях описываются действия, которые необходимо выполнить студенту в рамках самостоятельной работы, в том числе при подготовке к лабораторным работам, практическим занятиям, выполнения курсового проекта, подготовки реферата и т.д.

Гравитационные методы обогащения занимают ведущее место (наряду с флотационными и магнитными) среди других методов обогащения.

Гравитационными методами обогащения называются такие, в которых разделение минеральных частиц, отличающихся плотностью, размером и формой, обусловлено различием в характере и скорости их движения в текучих средах под действием силы тяжести и сил сопротивления.

Все выполненные работы оформляются в соответствии с правилами оформления, принятыми в Университете.

## **1. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

По дисциплине «Гравитационные методы обогащения» самостоятельная работа реализуется в следующих формах: подготовка к практическим занятиям, включая в т.ч. оформление отчета; подготовка к лабораторным работам, включая в т.ч. оформление отчета; подготовка и защита реферата; выполнение домашнего задания; подготовка к дифференцированному зачету.

Объем дисциплины «Гравитационные методы обогащения» и виды учебной работы, включающие самостоятельную работу студентов, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

**Объем дисциплины и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Часы по семестрам	
		9 семестр	10 семестр
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	153	102	51
В том числе:			
Лекции	85	51	34
Практические занятия (ПЗ)	34	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	–
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	135	50	85
Выполнение курсового проекта	36	–	36
Подготовка к лабораторным работам	14	22	–
Подготовка к практическим занятиям	55	6	49
Подготовка и защита реферата	12	12	–
Домашнее задание	6	6	–
Работа в библиотеке	2	2	–
Подготовка к диф. зачету	10	10	–
Вид промежуточной аттестации (ДЗ – диф. зачет, Э – экзамен, )	ДЗ, Э	ДЗ	Э (36)
Общая трудоемкость час	324	152	172
зач. ед.	9		

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы

практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольной работы. В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель может осуществлять текущий контроль знаний в виде реферата.

Методические указания к практическим занятиям приведены в [4], где приведены задания, решение которых необходимо при изучении дисциплины «Гравитационные методы обогащения». Задания распределены по отдельным разделам. Предварительно в каждом разделе даны основные определения и формулы для расчета.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

Основная цель лабораторных занятий – связать теоретические знания с практической деятельностью; изучение конструкций и принципа действия основных аппаратов, используемых для обогащения минерального сырья; способов обогащения основных видов полезных ископаемых и областями применения полученных продуктов переработки в сфере материального производства; приобретения навыков расчета основных технологических показателей обогаще-

ния; приобретения навыков выбора метода обогащения конкретного полезного ископаемого.

Подготовка к лабораторным работам включает в себя изучение теоретического материала, на котором базируется лабораторная работа, правил техники безопасности, хода выполнения соответствующей работы.

Также при необходимости производится оформление заготовок к лабораторной работе (например, таблиц исходных и полученных данных).

При подготовке к лабораторным работам необходимо ознакомиться с методическими указаниями и уяснить:

- цель работы;
- содержание работы;
- правила техники безопасности;
- порядок выполнения работы;
- результаты, которые должны быть получены в процессе выполнения работы;
- требования к отчету по работе.

Результат выполненной лабораторной работы оформляется в виде отчета, который защищается у преподавателя.

Отчет должен содержать:

- титульный лист с указанием темы работы;
- индивидуальное задание (при наличии);
- краткое изложение теоретического материала;
- результаты выполненных заданий;
- выводы.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями по оформлению, установленными в Университете.

Методические указания к лабораторным работам приведены в [6], где даны методические указания по выполнению лабораторных работ, в которых приведены цели работы, основные понятия по теме работы, аппараты, необходимые для выполнения работы, исходный материал для работы, условия проведения опытов, порядок выполнения работы, использование результатов опытов.

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовое проектирование является одним из основных видов самостоятельной работы обучающихся. Целью выполнения курсового проекта является расширение и углубление знаний обучающихся, проверка умения практически их применять, анализировать современное состояние развития процессов гравитационного обогащения и в полной мере применять их при составлении пояснительной записки.

Основными задачами курсового проектирования являются: отразить развитие данной отрасли промышленности на современном этапе, значение и перспективы развития обогащения; дать краткую характеристику обогащаемой руды и соответствующего месторождения; дать краткий обзор основных методов обогащения данных типов руд; разработать (выбрать) технологическую схему обогащения руды и обосновать целесообразность ее применения.

Технологическая часть курсового проекта включает:

расчет качественно-количественной и водно-шламовой схем;  
выбор и расчет основного оборудования.

Графическая часть курсового проекта состоит из:

совмещённой качественно-количественной и водно-шламовой схемы;  
схемы цепи аппаратов со спецификацией основного оборудования;  
общекомпоновочный чертёж проектируемой фабрики или отдельного цеха (план и разрез).

Пояснительная записка к курсовому проекту должна содержать:

титульный лист;  
задание на разработку проекта, подписанное руководителем проекта;  
введение, в котором ставится цель и задачи работы, актуальность, целесообразность и, предположительно, ожидаемый результат;

основную часть с обоснованием методов решения поставленной задачи и подробно все этапы решения задачи с соблюдением всех нормативных документов;

расчеты могут сопровождаться эскизами, графиками, схемами и т.п.;

ключительную часть, оценку полученных результатов и выводы;

список литературы.

Пояснительная записка выполняется по правилам оформления, установленным в Университете. В тексте пояснительной записки должны быть ссылки на используемую литературу.

Перечень применяемых программных продуктов, приведен в методических указаниях по выполнению курсового проекта.

Защита курсового проекта проводится по графику, установленному кафедрой. При защите курсового проекта обучающийся должен:

логично построить свое сообщение о выполненной работе;

обосновать целесообразность принятых решений;

показать понимание теоретических положений, на основе которых выполнен проект;

дать правильные ответы на вопросы комиссии.

Необходимые для выполнения курсового проекта данные, не указанные в методических указаниях принимаются самостоятельно, на основании практики и литературных источников [1-4], а также сведений, полученных при прохождении курсов «Дробление, измельчение и подготовка руд к обогащению», «Гравитационные методы обогащения».

Методические указания по курсовому проектированию приведены в [7].

Примеры тем курсовых проектов приведены ниже.

1. Проект цеха для гравитационного обогащения свинецсодержащей руды Горевского месторождения
2. Проект цеха для гравитационного обогащения углей Ургальского месторождения
3. Проект цеха для гравитационного обогащения углей Печорского месторождения

4. Проект цеха для гравитационного обогащения углей (на примере шахты «Комсомолец»)
5. Проект цеха для гравитационного обогащения углей Воркутинского месторождения
6. Проект цеха для гравитационного обогащения серебросодержащей руды (на примере Быстринского ГОКа)
7. Проект цеха для гравитационного обогащения золотосодержащей руды месторождения Наталка
8. Проект цеха для гравитационного обогащения сланцев Ленинградского месторождения
9. Проект цеха для гравитационного обогащения золотосодержащей руды месторождения Угахан
10. Проект цеха для гравитационного обогащения сульфидной свинцово-цинковой руды (на примере Жезказганского ГОКа)
11. Проект цеха для гравитационного обогащения золотосодержащей руды месторождения Дукат
12. Проект цеха для гравитационного обогащения золотосодержащей руды месторождения Благодатное

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО НАПИСАНИЮ РЕФЕРАТА**

Реферат – это вид самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской, прикладной...) темы, где автор раскрывает суть исследуемой темы, приводит различные точки зрения, а также собственный взгляд на нее.

Основные этапы создания реферата:

- 1 этап – определение темы реферата;
- 2 этап – определение цели реферата;
- 3 этап – подробное раскрытие информации;
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов

Рекомендуемый объем реферата не менее 15 стр. Список литературных источников – не менее 5 наименований.

Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями по оформлению, установленными в Университете.

**Примерные темы рефератов:**

1. Основные понятия о гравитационном обогащении
2. Краткая история гравитационного обогащения
3. Методы расчета скоростей свободного падения частиц в водной среде
4. Расчет скоростей свободного падения частиц в воздушной среде
5. Классификация в водной и воздушной среде
6. Механические классификаторы
7. Гидроциклоны
8. Отсадка. Классификация отсадочных машин
9. Отсадочные машины с подвижным решетом
10. Диафрагмовые отсадочные машины
11. Воздушно пульсационные отсадочные машины
12. Схемы обогащения отсадкой
13. Пневматические отсадочные машины
14. Обогащение в тяжелых средах
15. Виды тяжелых сред
16. Тяжелые жидкости
17. Тяжелые суспензии
18. Тяжелосредные сепараторы
19. Колесные тяжелосредные сепараторы
20. Конусные тяжелосредные сепараторы
21. Барабанные тяжелосредные сепараторы
22. Тяжелосредные гидроциклоны
23. Схемы обогащения в тяжелых суспензиях
24. Обогащение на концентрационных столах.
25. Виды концентрационных столов
26. Обогащение в шлюзах. Виды шлюзов
27. Обогащение в желобах. Виды желобов.
28. Обогащение на винтовых сепараторах и шлюзах.
29. Центробежная концентрация.
30. Напорные центробежные концентраторы

31. Безнапорные центробежные концентраторы
32. Противоточная водная сепарация
33. Промывка
34. Аппараты для промывки
35. Пневматическое обогащение
36. Обогащение угля гравитационным методом
37. Обогащение горючих сланцев гравитационным методом
38. Использование гравитационного метода при обогащении золотосодержащих руд
39. Использование гравитационного метода при обогащении алмазосодержащих руд
40. Использование гравитационного метода при обогащении железосодержащих руд
41. Обогащение асбестовых руд гравитационными методами

## **6. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ**

Домашнее задание выдается обучающемуся для самостоятельного выполнения во внеаудиторное время и служит для предупреждения забывания нового изучаемого материала, усвоение которого носит концентрированный характер. Конкретные формы домашних заданий определяются преподавателем. Например, это может быть создание презентаций на заданные темы.

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомитель-

ном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется 3 изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучающегося на предметные и именные указатели. Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания. Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь: – сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей; – обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное; – фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы; – работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом; – пользоваться реферативными и справочными материалами; – контролировать свои действия и действия

своих товарищей, объективно оценивать свои действия; – обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам. – пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.); – использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова □ описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»; – повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса; – обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.); – использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

Работа в библиотеке включает в себя работу с библиотечными ресурсами, в том числе с уникальным материалом, не имеющим цифровых копий в общем доступе по тематикам, преимущественно научных исследований в рамках соответствующих дисциплин.

Работа в библиотеке используется при написании реферата, выполнении курсового проекта, подготовке к экзамену предусматривается тематическая работа в библиотеке.

## **8. ПОДГОТОВКА К ЗАЧЕТУ**

Подготовка к дифференцированному зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

Подготовка к дифференцированному зачету включает в себя изучение конспектов лекций (и других литературных источников), раскрывающих материалы разделов дисциплины, выносимых на зачет.

**Примерный перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету:**

1. Дать определения гравитационному методу обогащения полезных ископаемых.
2. Дать классификацию гравитационных процессов обогащения.
3. Назвать область применения гравитационного обогащения.
4. Назвать преимущества и недостатки гравитационного метода обогащения.
5. Назвать самые распространенные гравитационные процессы.
6. Какие среды используют при гравитационном обогащении?
7. Как можно определить плотность относительно крупных частиц?
8. Как определить плотность мелких частиц?
9. Что такое эквивалентный диаметр частицы по объему и по поверхности?
10. Что такое коэффициент сферичности частицы?
11. Что такое вязкость среды?
12. Как можно определить плотность жидкости?
13. Как определить вязкость жидкости?
14. Что показывает число Рейнольдса?
15. Чему равно число Рейнольдса?
16. Какие основные силы действуют при гравитационном обогащении?
17. Что такое гидравлическое и сегрегационное разделение частиц?
18. Что такое свободное падение частицы?
19. По какой формуле вычисляется скорость свободного падения частиц при величине числа Рейнольдса меньше 1?
20. Как скорость свободного падения частицы зависит от ее формы?
21. Что такое равнопадающие частицы?
22. Какова область применения формул Риттингера, Аллена и Стокса по определению конечной скорости падения?
23. Какой «режим» движения частицы при числе Рейнольдса ( $Re$ ) меньше 1 (0,5)?

24. Какой «режим» движения частицы при числе Рейнольдса ( $Re$ ) больше 3000?
25. Какой «режим» движения частицы при числах Рейнольдса ( $Re$ ) больше от 1 до 3000?
26. В чем заключается метод определения конечной скорости падения (по Лященко)?
27. При прочих равных условиях скорость стесненного падения больше или меньше скорости свободного?
28. Что такое фактор разделения при обогащении в центробежном поле?
29. Как можно ускорить процесс разделения частиц при гравитационном обогащении?
30. Какие частные случаи стесненного падения Вы знаете?
31. От чего зависит скорость стесненного падения?
32. Что такое объемная концентрация твердого?
33. Что такое пористость?
34. Дайте определение понятию «разжижение».
35. Что такое гидравлическая классификация?
36. Для чего может применяться гидравлическая классификация?
37. Для чего чаще всего применяется гидравлическая классификация на обогатительной фабрике?
38. Благодаря чему происходит разделение частиц при гидравлической классификации?
39. Для материалов какой крупности применяется гидравлическая классификация?
40. Опишите принцип действия многокамерного гидравлического классификатора.
41. Какой из классифицирующих аппаратов имеет наибольшую удельную производительность?
42. Основные области применения гидроциклона.
43. В чем преимущества и недостатки гидроциклонов по сравнению со спиральными классификаторами?
44. От чего в большей степени зависит крупность слива гидроциклона?
45. Как обычно регулируют работу гидроциклона на фабрике?

46. Как зависит производительность гидроциклона от его диаметра?
47. Для чего, кроме разделения материалов по крупности, можно использовать гидроциклоны?
48. Что такое отсадка?
49. Для каких полезных ископаемых применяется отсадка?
50. В чем преимущества процесса отсадки по сравнению с обогащением в тяжелых средах?
51. Опишите принцип действия отсадочной машины.
52. В чем преимущества процесса отсадки перед тяжелосредной сепарацией?
53. Что такое цикл отсадки?
54. Что такое искусственная постель в отсадочной машине?
55. Что такое естественная постель в отсадочной машине?
56. Какие виды отсадочных машин Вы знаете?
57. Как создаются пульсации среды в беспоршневой машине?
58. Как создаются пульсации среды в диафрагмовой машине?
59. В чем преимущества и недостатки воздушно-пульсационных отсадочных машин?
60. Какие основные виды (по расположению воздушных камер) воздушно-пульсационных отсадочных машин Вы знаете?
61. Как регулируется процесс отсадки?
62. Как разгружается тяжелая фракция из отсадочной машины при обогащении крупных материалов?
63. Как разгружается легкая фракция из отсадочной машины при обогащении крупных материалов?
64. Можно ли использовать в качестве среды при отсадке не воду, а воздух?
65. Что такое обогащение в тяжелых средах?
66. По какому (каким) физическому свойству происходит разделение при обогащении в тяжелых средах?
67. Укажите область применения обогащения в тяжелых средах.
68. Охарактеризовать разновидности тяжелых сред, их свойства и области их применения.
69. Что такое плотность жидкости?
70. Что такое вязкость жидкости?

71. Как зависит вязкость жидкости от температуры?
72. Приведите примеры тяжелых жидкостей.
73. В чем преимущества и недостатки тяжелых жидкостей?
74. Что такое денсиметрический анализ, и как он проводится?
75. Зачем нужны кривые обогатимости?
76. Что такое тяжелая суспензия?
77. В чем отличие тяжелой суспензии от тяжелой жидкости?
78. Что такое устойчивость тяжелой суспензии?
79. Что такое утяжелитель?
80. Какие утяжелители чаще всего используют на практике и почему?
81. От чего зависит плотность тяжелой суспензии?
82. Как зависит вязкость суспензии от объемной концентрации утяжелителя?
83. Каковы причины потерь утяжелителя и способы их снижения?
84. Конструкции и принцип действия колесных тяжелосредных сепараторов.
85. Конструкции и принцип действия конусных тяжелосредных сепараторов.
86. Конструкции и принцип действия барабанных тяжелосредных сепараторов.
87. Конструкции и принцип действия тяжелосредных гидроциклонов.
88. Описать типовую схему обогащения в тяжелой суспензии.

## **9. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения и подходы к решению практических задач.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее основные понятия, новые незнакомые термины и названия, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и к глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к промежуточной аттестации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Верхотуров М.В. Гравитационные методы обогащения: учеб. для вузов - М.: МАКС Пресс, 2006. 352 с.  
[http://nashaucheba.ru/v5185/verhoturov\\_m.v.\\_gravitacionnye\\_metody\\_obogascheniya](http://nashaucheba.ru/v5185/verhoturov_m.v._gravitacionnye_metody_obogascheniya).
2. Пилов П.И. Гравитационная сепарация полезных ископаемых. 2010 г. 127 с. <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-gravitacionnaya-separaciya-poleznyh-iskopaemyh.pdf>  
или <http://pdf.knigi-x.ru/21metodichka/178100-1-gravitacionnaya-separaciya-poleznych-iskopaemih-uchebnoe-posobie-dlya-studentov-obuchayuschih-sya-specialnosti-obogasche.php>
3. Федотов К.В. Проектирование обогатительных фабрик. / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. Уч-к для ВУЗов, 2-е изд., М. Горная книга, 2014. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72717>.
4. Кусков В.Б., Кускова Я.В. Гравитационные методы обогащения. Метод. указания к практическим занятиям для студентов специальности 21.05.04 / РИЦ Санкт-Петербургского горного университета. Заказ 46. С. 4. 2017 г., 87 с.
5. Кусков В.Б., Кускова Я.В. Гравитационные методы обогащения. Методические указания к лабораторным работам. / РИЦ Санкт-Петербургского горного университета. Заказ 607. С.168. 2017 г., 72 с.
6. Кусков В.Б., Кускова Я.В. Гравитационные методы обогащения. Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности 21.05.04 / РИЦ Санкт-Петербургского горного университета. Заказ 608. С. 169. 2017 г., 46 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Виды самостоятельной работы по дисциплине .....	4
2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	5
3. Методические рекомендации по подготовке лабораторным работам .....	6
4. Методические рекомендации по выполнению курсового проекта.....	8
5. Методические указания по написанию реферата .....	10
6. Домашнее задание .....	12
7. Методические рекомендации по работе с литературой....	12
8. Подготовка к зачету.....	14
9. Самостоятельное изучение дополнительных материалов	18
Библиографический список .....	19

## **ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ**

*Методические указания к самостоятельным работам  
для студентов специальности 21.05.04*

Сост. *В.Б. Кусков*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
обогащения полезных ископаемых

Ответственный за выпуск *В.Б. Кусков*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 30.05.2022. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 1,2. Усл.кр.-отт. 1,2. Уч.-изд.л. 1,0. Тираж 50 экз. Заказ 334.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2