

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Александрова'.

Руководитель ОПОП ВО  
Профессор Т.Н. Александрова

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
Направленность (профиль):	Обогащение полезных ископаемых
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., профессор Т.Н. Александрова

Санкт-Петербург

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ЗАДАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ .....	3
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	3
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	4
СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ» .....	4
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	11

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации разработаны на основе рабочей программы дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» и предназначены для самостоятельного изучения дисциплины обучающимися.

Изучение дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» предполагает формирование у обучающихся знаний об обогащении различных видов полезных ископаемых и приобретение навыков применения полученных знаний в инженерной практике.

В ходе изучения дисциплины обучающиеся получают достаточно полное представление об обогащении полезных ископаемых; значении этих процессов в сфере материального производства; изучают конструкций и принцип действия основных аппаратов для обогащения полезных ископаемых; схемы обогащения различных видов полезных ископаемых; практику применения процессов обогащения полезных ископаемых; овладевают методами расчета различных видов схем обогащения полезных ископаемых.

Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и практических занятиях, а также выработку навыков самостоятельного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

В методических указаниях описываются действия, которые необходимо выполнить обучающемуся в рамках самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим занятиям.

### ЗАДАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Самостоятельная работа – обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента, направленная на:

- систематизацию, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений;
- формирование умений использовать различные информационные источники: нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, творческой инициативы, ответственности и организованности;
- развитие исследовательских умений.

Самостоятельная работа по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» включает подготовку к лабораторным работам и изучение дополнительных материалов.

### ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Основная цель практических занятий – связать теоретические знания с практической деятельностью. При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с методическими указаниями и уяснить:

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

Результат выполненного практического занятия оформляется в виде отчета, который защищается у преподавателя.

Отчет должен содержать:

- титульный лист с указанием темы работы;
- индивидуальное задание;
- краткое изложение теоретического материала;
- результаты выполненных заданий;

- выводы.

Отчет должен соответствовать изложенным в данных методических указаниях требованиям к оформлению (Приложение А).

## **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.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач – один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

## **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

### **РАЗДЕЛ I. ВВЕДЕНИЕ**

#### **Тема 1. Полезные ископаемые и их использование**

Полезные ископаемые и их роль в сфере материального производства. Основные виды полезных ископаемых.

##### ***Самостоятельная работа.***

Полезные ископаемые и их исключительная роль в сфере материального производства. Виды полезных ископаемых. Твердые, жидкие и газообразные полезные ископаемые.

##### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [5, 11].

#### **Тема 2. Основные понятия об обогащении полезных ископаемых**

Основные понятия об обогащении полезных ископаемых. Основные методы обогащения полезных ископаемых.

##### ***Самостоятельная работа.***

Подготовительные, основные и вспомогательные процессы обогащения минерального сырья. Технологические показатели обогащения. Расчёт технологических показателей обогащения.

##### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [5, 11],

### **РАЗДЕЛ II. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ**

#### **Тема 3. Дробление и измельчение**

Дробилки. Виды дробилок. Назначение процесса измельчения. Основные виды мельниц.

### *Самостоятельная работа.*

Щековые дробилки с простым и сложным качанием щеки. Конусные дробилки. Валковые дробилки Пресс-валковые дробилки. Дробилки ударного действия. Барабанные мельницы с вращающимся барабаном. Мельницы самоизмельчения и полусамозмельчения, рудогалечные мельницы. Мельницы для тонкого и сверхтонкого помола. Мельницы-мешалки. Вертикальные, башенные мельницы. Струйные мельницы. Мельницы ISA-mill.

### *Рекомендуемая литература:*

основная: [5, 6],

дополнительная: [14].

### **Тема 4. Разделение полезных ископаемых по крупности**

Грохочение. Основные понятия о грохочении. Гранулометрический состав материала. Классификация грохотов. Классификация в водной и воздушной среде. Общие понятия. Назначение процесса классификации. Гидравлические и пневматические классифицирующие устройства.

### *Самостоятельная работа.*

Эффективность грохочения. Общая классификация грохотов. Неподвижные грохоты. Грохоты частично подвижные. Подвижные (механические грохоты). Гидравлические грохоты. Условия, влияющие на производительность и эффективность работы вибрационных грохотов. Вероятностные и идеальные грохоты. Smart-грохоты и аппараты с повышенной эффективностью и износостойчивостью. Грохоты типа «Банан». Теоретические принципы свободного и стеснённого падения частиц в различных средах. Виды классифицирующих устройств. Гидравлические, механические классификаторы, циклоны и гидроциклоны, воздушные сепараторы

### *Рекомендуемая литература:*

основная: [5, 6],

дополнительная: [14, 15].

## **РАЗДЕЛ III. ОСНОВНЫЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ**

### **Тема 5. Гравитационное обогащение**

Гравитационное обогащение. Определение метода. Область применения. Теоретические основы гравитационного обогащения. Виды гравитационных процессов. Отсадка. Обогащение в тяжелых средах. Обогащение в потоках, текущих по наклонным поверхностям. Центробежная концентрация. Схемы гравитационного обогащения

### *Самостоятельная работа.*

Реологические свойства сред гравитационного обогащения. Отсадка. Определение процесса. Теоретические модели отсадки. Виды отсадочных машин. Обогащение в тяжелых средах. Определение процесса. Тяжелые среды. Тяжелые жидкости и суспензии. Тяжелосредные сепараторы. Схемы обогащения в тяжелых средах. Концентрация на столах. Виды концентрационных столов. Обогащение в шлюзах, желобах, винтовых сепараторах. Центробежная концентрация. Виды центробежных концентраторов.

### *Рекомендуемая литература:*

основная: [7],

дополнительная: [5, 16].

### **Тема 6. Флотационное обогащение**

Определение процесса. Область применения. Теоретические основы флотационного обогащения. Флотационные реагенты. Флотационные машины. Схемы флотационного обогащения.

### *Самостоятельная работа.*

Виды флотации. Гидрофобные и гидрофильные минералы. Краевой угол смачивания. Виды собирателей. Виды вспенивателей. Виды депрессоров. Виды активаторов. Виды регуляторов pH среды. Механические, пневматические и

пневмомеханические машины. Машины колонного типа. Машины пенной сепарации. Другие виды флотационных машин. Схемы флотационного обогащения руд цветных металлов. Схемы флотационного обогащения горно-химического сырья.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1 – 4];

дополнительная: [12, 13, 16, 18, 19].

**Тема 7. Магнитные электрические и специальные методы обогащения**

Магнитное обогащение. Область применения метода. Теоретические основы. Основные типы магнитных сепараторов. Схемы магнитного обогащения. Электрические методы обогащения. Область применения метода Электрические сепараторы. Специальные методы обогащения. Область применения.

**Самостоятельная работа.**

Магнитные свойства минералов. Магнитные системы. Виды магнитных сепараторов. Сухие магнитные сепараторы. Мокрые магнитные сепараторы. Высокोगradientные магнитные сепараторы. Основные схемы магнитного обогащения. Электрические свойства минералов. Виды электрической сепарации. Электрические сепараторы. Электростатические, коронные и коронно-электростатические сепараторы. Трибозлектрические сепараторы. Рудосортировка. Ручная рудоразборка и радиометрическое обогащение. Крупно и мелко- порционная сортировка. Радиометрическая (покусковая) сепарация. Радиометрические сепараторы. Обогащение по трению и форме. Обогащение по упругости. Термоадгезионное обогащение. Обогащение по твердости. Декрипитация. Термохимическое разрушение.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [8];

дополнительная: [16].

**Тема 8. Комбинированные методы обогащения**

Основные понятия о комбинированных методах обогащения. Основные технологические процессы комбинированных методов обогащения. Гидро- и пирометаллургические методы. Выщелачивание. Практика использования комбинированных методов.

**Самостоятельная работа.**

Подготовка минерального сырья к выщелачиванию. Селективное растворение одного или нескольких компонентов полезного ископаемого Выщелачивание с перемешиванием материала с растворителем Перколяционное выщелачивание. Отделение растворов от нерастворимых осадков. Выделение металлов из растворов после выщелачивания. Осаждение. Сорбция. Жидкостная экстракция. Регенерация рабочих агентов и возврат их в процесс. Использование комбинированных методов обогащения при переработке полезных ископаемых. Обогащение селвинитовых руд. Добыча поваренной соли подземным выщелачиванием. Переработка смешанных и окисленных медных руд. Технология автоклавного выщелачивания вольфрама. Технология обогащения золота. Обогащение урана.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [9, 10];

дополнительная: [17].

## РАЗДЕЛ IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

**Тема 9. Обезвоживание**

Виды вспомогательных процессов. Назначение вспомогательных процессов. Обезвоживание. Пылеулавливание. Очистка сточных вод.

**Самостоятельная работа.**

Обезвоживание. Способы и оборудование для обезвоживания. Дренажное. Центрифугирование. Сгущение. Фильтрация. Вакуум и пресс – фильтры. Термическая

сушка. Пылеулавливание. Аппараты для пылеулавливания. Очистка сточных вод. Хвостохранилище.

основная: [3, 5];

дополнительная: [11].

**Тема 10. Окускование полезных ископаемых**

Назначение окускования. Виды окускования.

*Самостоятельная работа.*

Виды окускования. Брикетирование. Агломерация. Окомкование. Область применения.

основная: [3, 5];

дополнительная: [11].

## ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

### Обеспеченность литературой

#### Основная:

1. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения: Учебник [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2016. — 595 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74374>. — Загл. с экрана. Абрамов А.А. Собрание сочинений. Том 1. Обогащительные процессы и аппараты. М.: Изд-во «Горная книга», 2010. С. 470. <https://e.lanbook.com/book/74374>.

2. Абрамов, А.А. Собрание сочинений: Т. 7: Флотация. Реагенты-собиратели: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2012. — 656 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66421>. — Загл. с экрана.

3. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения: Учебник [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2016. — 595 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74374>. — Загл. с экрана.

4. Абрамов, А.А. Собрание сочинений: Т. 6: Флотация. Физико-химическое моделирование процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2010. — 607 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74367>. — Загл. с экрана.

5. Александрова Т.Н. Обогащение полезных ископаемых. [Электронный ресурс]: учебник/ Кусков В.Б., Львов В.В., Николаева Н.В – Электрон. дан. РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный», Заказ 503. С 144 (ISBN 978-5-94211-731-3), 2015, 530 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>)

6. Е.Е. Андреев, О.Н. Тихонов Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебник. - СПб.: [Б. и.], 2007. - 439 с. (Печатный экземпляр).

7. Верхотуров М.В. Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс]: учебник для вузов - М.: МАКС Пресс, 2006. – 352 с. Кармазин В.И., Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. 2005 г., 669 стр.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%91%20160217%2F%D0%92%2036%2D854050443<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%91%20160217%2F%D0%92%2036%2D854050443<.>)

8. Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учеб. / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2005. — 669 с. <https://e.lanbook.com/book/3302>

9. Кобзев, А.С. Радиометрическое обогащение минерального сырья [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2015. — 125 с. <https://e.lanbook.com/book/72610>.

10. Кравец Б.Н. Специальные и комбинированные методы обогащения: Учеб. Для вузов. — М.: Недра, 1986. — 304 с. (Печатный экземпляр).

11. Обогащение полезных ископаемых: учеб. пособие [Электронный ресурс]: / К.И. Лукина, В. П. Якушкин, А. Н. Муклакова. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 224 с. — (Высшее образование: Специалитет). <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=561064>.

**Дополнительная:**

12. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: Учебное пособие в 2 кн. Т.3. Книга 1. Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2005. — 575 с. <https://e.lanbook.com/book/3267>.

13. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: Учебное пособие в 2 кн. Т.3. Книга 2. Pb, Pb-Cu, Zn, Pb-Zn, Pb-Cu-Zn, Cu-Ni, Co-, Bi-, Sb-, Hg- содержащие руды [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2005. — 470 с. <https://e.lanbook.com/book/3268>.

14. Е.Е. Серго Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учеб. для вузов. - М.: Недра, 1985. - 285 с. Печатный экземпляр.

15. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 366 с.

16. Справочник по обогащению руд. Основные процессы. /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 365 с.

17. Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1983. 384 с.

18. Справочник по обогащению руд. Обогащительные фабрики /Под. ред. О.С. Богданова, Ю.Ф. Ненарокова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1984. 358 с.

19. Федотов, К.В. Проектирование обогащительных фабрик [Электронный ресурс]: учеб. / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2014. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72717>. — Загл. с экрана.

20. Обогащение полезных ископаемых [Текст]: метод. указания к практ. занятиям для студентов спец. 130400 специализации «Обогащение полезных ископаемых» / сост. В. В. Львов. - СПб.: Горн. ун-т, 2014. - 82, [3] с.: рис., табл. - Б. ц. [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%90%2088796%2F%D0%9E%2D21%2D396885976<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088796%2F%D0%9E%2D21%2D396885976<.>)

**Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>
6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.
7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

**Электронно-библиотечные системы:**

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>



- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL»  
<https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>
- Современные профессиональные базы данных:**
- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>
- Информационные справочные системы:**
- 1.Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>.
- 2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.
- 3.ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре».  
<http://www.informio.ru/>.
- 4.Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые»  
<https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>
- 5.Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>
- 6.Программное обеспечение «База знаний: гидрогеология, инженерная геология и геоэкология» <http://www.geoinfo.ru>
- 7.Электронная справочная система «Система Госфинансы»  
<http://www.auditc.ru/product/>.

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

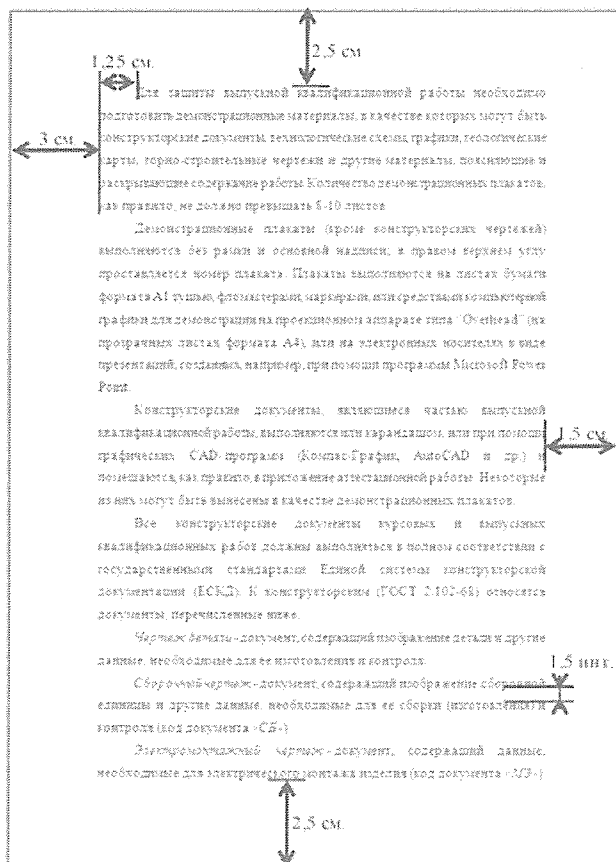
1. Какие известны виды полезных ископаемых?
2. Для чего используют полезные ископаемые?
3. Что такое обогащение полезных ископаемых?
4. Для чего нужно обогащение полезных ископаемых?
5. Перечислите основные методы обогащения твердых полезных ископаемых.
6. Для чего нужны подготовительные операции?
7. Для чего нужны основные обогатительные операции?
8. Для чего служат вспомогательные операции?
9. Какие продукты получают в ходе обогащения полезных ископаемых?
10. Что такое концентрат?
11. Что такое технологические показатели обогащения?
12. Что такое дробление?
13. Что такое степень дробления?
14. Чем дробление отличается от измельчения?
15. Какие основные виды дробилок используются в практике обогащения полезных ископаемых?
16. В чем преимущества щековых дробилок перед конусными?
17. В чем преимущества конусных дробилок по сравнению со щековыми?
18. Какая примерно степень дробления у щековых дробилок для крупного дробления?
19. Что такое измельчение?
20. Какие виды мельниц обычно используют на обогатительной фабрике?
21. Что такое мельница самоизмельчения?
22. Что такое мельница полусамоизмельчения?
23. Что такое грохочение?
24. Для чего используют операции грохочения?
25. Какие виды грохотов чаще всего используют на обогатительной фабрике?
26. Что такое классификация?

27. Для чего чаще всего применяется гидравлическая классификация на обогатительной фабрике?
28. Назовите основные классифицирующие аппараты.
29. Опишите принцип действия гидроциклона.
30. Что такое гравитационное обогащение. В чем преимущества и недостатки гравитационного обогащения?
31. Для каких полезных ископаемых используют гравитационное обогащение?
32. Какие гравитационные процессы Вы знаете?
33. Что такое отсадка?
34. Опишите принцип действия основных видов отсадочных машин.
35. Что такое обогащение в тяжелых средах?
36. Какие виды тяжелосредных сепараторов Вы знаете?
37. Опишите принцип действия основных видов тяжелосредных сепараторов.
38. Опишите типовую схему обогащения в тяжелых суспензиях.
39. Какие процессы обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям Вы знаете.
40. Опишите принцип действия концентрационного стола. Область его применения. Преимущества и недостатки.
41. Опишите принцип действия винтового сепаратора. В чем его отличие от других аппаратов для обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям?
42. Опишите принцип действия безнапорного центробежного концентратора.
43. В чем преимущества и недостатки флотационного обогащения?
44. Для каких полезных ископаемых используют флотационное обогащение?
45. Какие флотационные реагенты Вы знаете?
46. Какие виды флотационных машин Вы знаете?
47. Опишите принцип действия пневмомеханических флотационных машин.
48. Что такое магнитное обогащение?
49. Для каких полезных ископаемых используют магнитное обогащение?
50. Какие сильномагнитные минералы Вы знаете?
51. Какие виды магнитных сепараторов Вы знаете?
52. Опишите принцип действия основных видов магнитных сепараторов.
53. Опишите принцип электрической сепарации?
54. Назовите основные способы зарядки частиц?
55. Опишите принцип действия основных видов электрических сепараторов.
56. Какие специальные методы обогащения Вы знаете?
57. Что такое радиометрическое обогащение?
58. Что такое комбинированные методы обогащения?
59. Приведите примеры комбинированных методов обогащения.
60. Что такое выщелачивание?
61. Какие известны виды выщелачивания?
62. Назовите вспомогательные процессы обогащения.
63. Для чего нужно обезвоживание?
64. Назовите основные обезвоживающие аппараты.
65. Опишите принцип действия пресс-фильтра.
66. Для чего нужно пылеулавливание на обогатительной фабрике?
67. Опишите принцип действия основных видов пылеуловительных аппаратов.
68. Что такое хвостохранилище?
69. Что такое окускование полезных ископаемых?
70. Назовите основные способы окускования полезных ископаемых.
71. Что такое брикетирование полезных ископаемых?
72. Что такое окомкование полезных ископаемых?
73. Что такое агломерация полезных ископаемых?
74. Как обычно окусковывают железорудное сырье.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

Текст и его размещение на странице

Пояснительная записка выполняется на одной стороне листов формата А4 (размером 297×210 мм). Поля для страницы должны быть: верхнее, нижнее – 2,5 см, правое – 1,5 см, левое – 3 см.



Для защиты выпускной квалификационной работы необходимо подготовить демонстрационные материалы, в качестве которых могут быть конструкторские документы, технические схемы, графики, геологические карты, горно-строительные чертежи и другие материалы, поясняющие и расширяющие содержание работы. Количество печатных трафаретных плакатов, как правило, не должно превышать 6-10 листов.

Демонстрационные плакаты (в том числе конструкторские чертежи) выполняются без рамки и основной надписи, в правом верхнем углу проставляется номер плаката. Плакаты выполняются на листах бумаги формата А1 таким же форматом, как и оригинал, или с увеличением линейных размеров для демонстрации на проекционном аппарате типа «Оверхед» (на прозрачных листах формата А4), или на электронных носителях в виде презентаций, созданных, например, при помощи программ Microsoft Power Point.

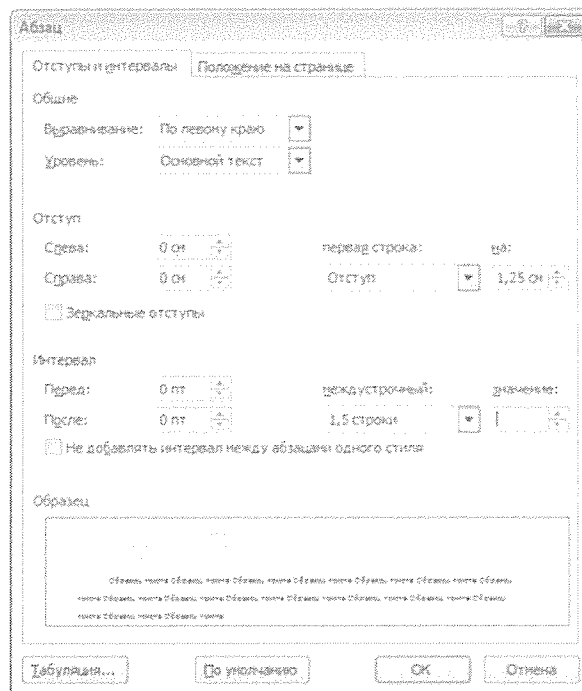
Конструкторские документы, являющиеся частью выпускной квалификационной работы, выполняются или карандашом, или при помощи графических САД-программ (Компас-График, AutoCAD и др.) и помещаются, как правило, в приложении аттестационной работы. Некоторые из них могут быть вывешены в качестве демонстрационных плакатов.

Все конструкторские документы курсовых и выпускных квалификационных работ должны выполняться в полном соответствии с государственным стандартом Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). В конструкторских (ГОСТ 2.101-68) относятся документы, перечисленные ниже.

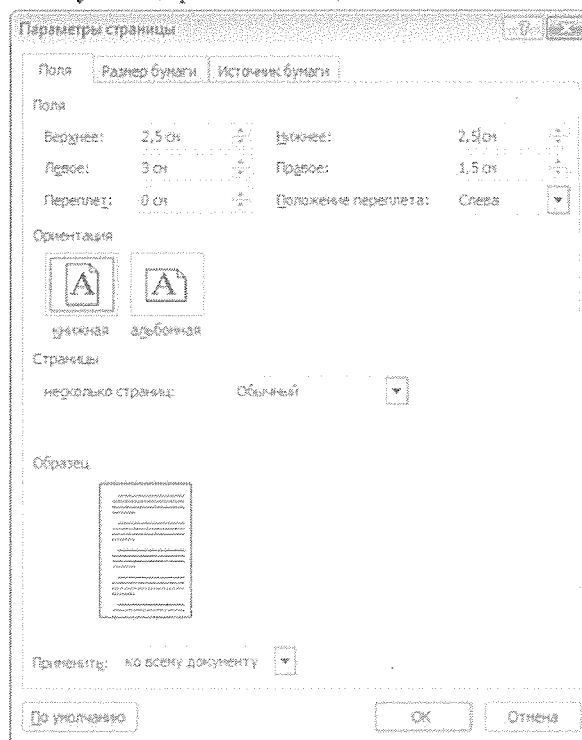
**Чертеж детали** – документ, содержащий шифр детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

**Сборочный чертеж** – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки, изготовления и контроля (код документа – СБ-).

**Электромонтажный чертеж** – документ, содержащий данные, необходимые для электрического монтажа изделия (код документа – ЭМ-).



Абзацы в тексте начинают отступом, равным 1,25 см.



Основной шрифт текста в документе – Times New Roman, размер 14 пт, начертание обычное. Выравнивание текста, в основном – по ширине страницы. Междустрочные интервалы – полторные.

Перенос слов – автоматический.

## Разделы и подразделы

Текст документа делится на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Номера разделов и подразделов записываются с абзацным отступом:

3 Третий раздел

3.1 Первый подраздел третьего раздела

3.1.1 Номера пунктов первого подраздела

3.1.2 ...

3.2 Второй подраздел третьего раздела

3.2.1 Номера пунктов второго подраздела

3.2.2 ...

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки начинаются с прописной буквы без точки в конце и без подчеркиваний. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом – 4 интервала, между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала. Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с новой страницы.

## Списки (перечисления)

Перед каждой позицией перечисления ставится дефис, например:

- В тексте документа не допускается:
- применять обороты разговорной речи;
  - применять произвольные словообразования;
  - применять сокращения слов.

При необходимости ссылки на пункт перечисления перед каждой позицией ставится буква, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, например:

Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений:

а) прямые;

1) метод Гаусса;

2) метод Крамера;

3) метод обратной матрицы;

4) метод прогонки.

б) численные;

1) метод простой итерации;

2) метод Зейделя.

## Опечатки и ошибки

Опечатки и графические неточности, обнаруженные после распечатки документа, допускается подчищать или закрашивать белой краской с последующим рукописным исправлением. Повреждение листов текстовых документов не допускается.

## Формулы

Формулой считают любую последовательность, состоящую не менее, чем из двух символов, которая не является словом в каком-либо языке. Для записи формул следует использовать приложение Microsoft Equation (рисунок 1).



Рисунок 1 – Окно приложения Microsoft Equation

Размер символов формул (в пунктах): прописной – 12, строчный – 18, крупный индекс – 7, мелкий индекс – 5. Латинские символы записываются курсивом; функции, русские и греческие буквы, химические символы – обычным начертанием. Формулы располагаются по центру.

В формулах в качестве символов следует применять стандартные обозначения. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, если они не пояснены ранее. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той же последовательности, в которой они приведены в формуле. Пояснения должны начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Как правило, каждая формула записывается на отдельной строке, например:

Полная энергия физического тела равна:

$$E = m \cdot C^2, \quad (1)$$

где  $E$  – энергия объекта,

$m$  – его масса,

$C$  – скорость света в вакууме, равная 299792458 м/с.

Одноуровневые формулы (в которых все символы одного размера, без индексов), на которые нет ссылок в тексте, могут располагаться непосредственно в предложении.

Формулы, следующие одна за одной и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. Например:

$$\begin{aligned} F(x_1, x_2) &= -x_1^2 - 2 \cdot x_2^2 + 120 \cdot x_1 + 300 \cdot x_2 = \\ &= -x_1^2 - 2 \cdot (150 - x_1)^2 + 120 \cdot x_1 + 300 \cdot (150 - x_1) = \quad (2) \\ &= -3 \cdot x_1^2 + 420 \cdot x_1. \end{aligned}$$

Формулы, за исключением формул в приложениях, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают справа от формулы в круглых скобках.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в круглых скобках, например:

Подставим выражение (7) в целевую функцию (3). В результате получим одномерную задачу безусловной оптимизации.

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Формулы в приложениях нумеруются отдельно в пределах каждого приложения с добавлением обозначения приложения перед порядковым номером формулы, например: (В. 1).

## Таблицы

Таблицы используют для лучшей наглядности и удобства сравнения данных. Таблицы помещают в тексте в порядке ссылки на них, по окончании того абзаца, в котором таблица в первый раз была упомянута, или на следующей странице.

Таблицы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номеров раздела и таблицы, разделенных точкой, например, «Таблица 3.6». Форматирование номера таблицы: шрифт Times New Roman размером 12 пт, начертание обычное. Выравнивание – по левому краю строки. После номера точка не ставится, ставится дефис.

Таблица 3.6 - Степень усреднения добытой руды на различных этапах производственной цепочки

Уровень изменчивости степень усреднения	Показатели качества, %							
	Fe общ.		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		SiO <sub>2</sub>		ZnO	
	Среднее	Откл. от ср. ±	Среднее	Откл. от ср. ±	Среднее	Откл. от ср. ±	Среднее	Откл. от ср. ±
1 Разведка месторождения	24	16,4	6,6	6,3	8	6	0,14	0,065
2 Усреднение «с колес»	24	3,9	6,6	1,9	8	4,2	0,14	0,036
3 Усреднительный склад (30% - 40%)	24	2,8	6,6	1,1	8	3	0,14	0,026
3.1 Степень усреднения (п. 3)		1,4		1,7		1,4		1,4

Рисунок 1 – Оформление таблицы

Формат названия таблицы: шрифт – Times New Roman, его размер – 12 пт. Выравнивание названия таблицы – по ширине строки.

Заголовки столбцов и строк таблицы начинаются с прописной буквы. В конце точка не ставится. Заголовки столбцов, как правило, записываются горизонтально, но, при необходимости, допускается их вертикальное расположение.

Заголовки столбцов центрируют по ширине столбца, заголовки строк выравнивают по левому краю. Текст в таблице, включая заголовки столбцов и строк, выполняется шрифтом Times New Roman размером 12 пт, начертание – обычное. При необходимости, допускается уменьшение размера шрифта во всей таблице до 10 пт.

При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы, а перед номером второй части таблицы пишут слово «Продолжение», например: «Продолжение таблицы 3.3».

Таблица 3.3 - Степень усреднения добытой руды на различных этапах производственной цепочки

Уровень изменчивости степень усреднения	Показатели качества, %							
	Fe общ.		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		SiO <sub>2</sub>		ZnO	
	Среднее	Откл. от ср. ±	Среднее	Откл. от ср. ±	Среднее	Откл. от ср. ±	Среднее	Откл. от ср. ±
1 Разведка месторождения	24	16,4	6,6	6,3	8	6	0,14	0,065

Продолжение таблицы 3.3

2 Усреднение «с колес»	24	3,9	6,6	1,9	8	4,2	0,14	0,036
3 Усреднительный склад (30% - 40%)	24	2,8	6,6	1,1	8	3	0,14	0,026

Рисунок 2 – Оформление переноса таблицы

Таблицу с большим количеством столбцов допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы.

На все таблицы должны быть ссылки. Для ссылки необходимо использовать слово «таблица» с указанием ее номера, например:

«Максимум среднего содержания вольфрамата достигается в миланократовых гранитах (таблица 5.1)...»

или «В таблице 5.1 указаны...».

## Рисунки

Количество иллюстраций должно быть достаточно для пояснения текста. Иллюстрации должны находиться после абзаца с первым упоминанием о них, или на следующей странице. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, например: «Рисунок 1». Допускается нумерация рисунков в пределах раздела. В этом случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: «Рисунок 1.1». При ссылке на рисунки следует писать:

... в соответствии с рисунком 2.

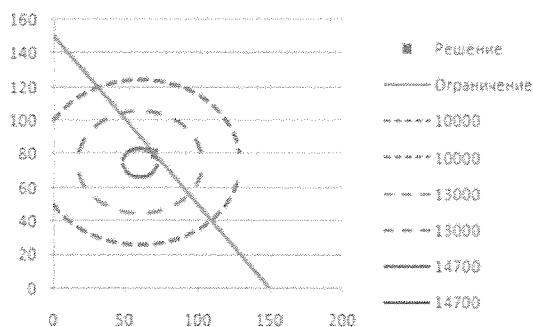


Рисунок 2 – Графическое решение задачи

Кроме номера, рисунки должны иметь название, кратко и точно отражающее содержание иллюстрации. Точка в конце названия не ставится. Формат подписей к рисунку: шрифт Times New Roman, размер 12 пт; начертание обычное, выравнивание – по центру строки. Междустрочный интервал в названиях из нескольких строк равен 1. После названия рисунка перед текстом должна следовать пустая строка.

## Нумерация страниц и содержание

Страницы курсовых, выпускных работ следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту, включая приложения. Формат номеров страниц: шрифт Times New Roman размером 12 пт, начертание обычное. Номера страниц проставляются внизу, выравнивание – по центру страницы.

Номера страниц на титульном листе и на листе с заданием не проставляются, но включаются в общую нумерацию.

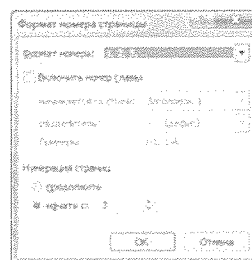


Рисунок 3 – Окно формата номера страницы Microsoft Word

На первой странице помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов (до третьего уровня включительно) с указанием номеров страниц. Наименования, включенные в содержание, записываются строчными буквами, начиная с прописной:

СОДЕРЖАНИЕ	
Введение .....	4
1 Текстовый процессор .....	5
1.1 Базовые возможности .....	5
1.1.1 Основные понятия .....	7
1.1.2 Форматирование текста .....	15
1.2 Работа с текстом .....	30
2 Табличный процессор .....	35