

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



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

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
профессор В.П. Зубов

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***ОСНОВЫ ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ***  
***МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.04 «Горное дело»
<b>Направленность (профиль):</b>	«Подземная разработка пластовых месторождений»
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент, к.т.н. Кусков В.Б.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Основы обогащения и переработки минерального сырья» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО - специалитет по специальности «21.05.04 Горное дело», утверждённого приказом Минобрнауки России № 987 от 12.08.2020 г.;
- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело», направленность (профиль) «Подземная разработка пластовых месторождений».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент В.Б. Кусков

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых от 02.02.2021 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор Т.Н. Александрова  
обогащения полезных  
ископаемых

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела \_\_\_\_\_ к.п.н. Дубровская Ю.А.  
лицензирования, аккредитации и  
контроля качества образования

Начальник отдела методического \_\_\_\_\_ к.т.н. Романчиков А.Ю.  
обеспечения учебного процесса

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** – формирование у студентов базовых знаний в области обогащения и переработки минерального сырья т.е. достаточного полного и правильного представления о роли и значении минерального сырья в сфере материального производства. Формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественнонаучного мышления.

### **Основными задачами дисциплины являются:**

- изучение операций, используемых при обогащении и переработке минерального сырья, а именно, дробление, измельчение, грохочение и классификация; гравитационное, флотационное, магнитные обогащение, электрические, специальные и комбинированные методы обогащения; вспомогательные операции; а также операции металлургической и химической переработки минерального сырья. Изучения принципа действия аппаратов, используемых для вышеперечисленных операций.
- овладение методами расчета и выбора основных технологических показателей, необходимого количества оборудования для реализации технологической схемы обогащения; горной и обогатительной терминологией; навыками использования прикладных компьютерных программ, используемых для расчета некоторых технологических схем обогащения и переработки минерального сырья.
- формирование представления о структуре и взаимосвязи комплексов по добыче, обогащению и переработке минерального сырья, и их функциональном назначении.
- формирование представления о современном состоянии обогатительных методов и методов переработки продуктов, полученных в ходе обогащения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы обогащения и переработки минерального сырья» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.04 Горное дело» и изучается в 6 семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Основы обогащения и переработки минерального сырья» направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
ОПК-10. Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов	ОПК-10	ОПК-10.1. Знать стадии геологоразведочных работ; современные технологии добычи и переработки полезных ископаемых; особенности эксплуатационной разведки месторождений полезных ископаемых; современные способы проведения горных выработок при строительстве и эксплуатации подземных объектов; горные машины и оборудование для реализации технологий добычи, переработки полезных ископаемых и строительстве подземных горных сооружений

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		<p>ОПК-10.2. Уметь количественно и качественно оценивать возможные технологии эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов и принимать рациональные и экономически целесообразные решения</p> <p>ОПК-10.3. Владеть современными методами сбора и обработки технологической информации; компьютерными программами по автоматизированным технологиям подсчета запасов твердых полезных ископаемых; вопросами строительства и эксплуатации горноразведочных, горных и горнотехнических выработок; современными технологиями обогащения различных полезных ископаемых</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Основы обогащения и переработки минерального сырья» составляет 2 зачетные единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
Подготовка к лабораторным работам	16	16
Подготовка к зачету	8	8
<b>Промежуточная аттестация – зачет (З)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>72</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Всего ак. час.	Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Основные понятия об обогащении и переработке минерального сырья	4	2	-	2
Раздел 2. Подготовительные операции	18	8	8	4
Раздел 3. Основные операции	28	14	8	8
Раздел 4. Вспомогательные операции	8	4	-	4
Раздел 5. Переработка минерального сырья	10	4	-	6
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>24</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Основные понятия об обогащении и переработке минерального сырья	Основные понятия об обогащении и переработке минерального сырья. Минеральное сырье и его роль в сфере материального производства. Подготовительные, основные и вспомогательные операции.	2
2	Подготовительные операции	Назначение подготовительных операций. Дробление. Основные виды дробилок. Грохочение. Виды грохотов. Измельчение. Виды мельниц. Классификация. Виды классификаторов.	8
3	Основные операции	Гравитационное обогащение. Обогащение отсадкой. Виды отсадочных машин. Обогащение в тяжелых средах. Виды тяжелосредных сепараторов. Концентрация на столах, обогащение на шлюзах и в желобах. Центробежная концентрация. Флотационные методы обогащения. Флотационные реагенты, их классификация. Виды флотационных машин. Магнитные методы. Основные виды магнитных сепараторов. Электрические методы обогащения. Виды сепараторов. Специальные методы обогащения. Комбинированные методы обогащения.	14
4	Вспомогательные операции	Обезвоживание и сушка. Обеспыливание и пылеулавливание. Очистка сточных вод. Окускование полезных ископаемых.	4
5	Переработка минерального сырья	Понятие о металлургической переработке минерального сырья. Понятие о химической переработке минерального сырья.	4
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.3. Практические занятия:

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№	№ раздела дисциплины	Наименования лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Раздел 2	Определение крупности материалов. Опыты дробления. Опыты грохочения. Опыты измельчения.	8
2	Раздел 3	Опыты гравитационного обогащения. Опыты магнитного обогащения. Обогащение флотацией.	8
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных работ:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой на технологическом оборудовании.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

##### Раздел 1 Основные понятия об обогащении и переработке минерального сырья

1. Дать определение понятию минеральное сырье.
2. Назвать основные виды полезных ископаемых.
3. Рассказать, что такое обогащение минерального сырья.
4. Указать значения обогащения минерального сырья.
5. Назвать назначение подготовительных, основных и вспомогательных операций.

6. Дать понятие определениям концентрат, промпродукт, хвосты.
7. Дать понятие определениям выход, содержание, извлечение.
8. Написать формулу для определения технологического показателя извлечение.

## **Раздел 2 Подготовительные операции**

1. Назвать подготовительные операции.
2. Рассказать для чего нужны подготовительные операции.
3. Рассказать, что такое дробление.
4. Назвать что такое степень сокращения.
4. Назвать основные виды дробилок.
5. Описать принцип действия конусных дробилок.
6. Описать принцип действия шаровых мельниц.
7. Описать принцип действия мельниц самоизмельчения.

## **Раздел 3 Основные операции**

1. Дать определения методу гравитационное обогащение.
2. В чем преимущества и недостатки гравитационного обогащения?
3. По каким физическим свойствам происходит разделение материалов при гравитационном обогащении?
4. Для каких полезных ископаемых используют гравитационное обогащение?
5. Какие известны гравитационные процессы?
6. Что такое отсадка?
1. В чем преимущества и недостатки флотационного обогащения?
2. Для каких полезных ископаемых используют флотационное обогащение?
3. Какие известны виды флотационных реагентов?
4. Для чего используют флотационные реагенты собиратели?
5. Для чего используют флотационные реагенты вспениватели?
1. Что такое магнитное обогащение?
2. Для каких полезных ископаемых используют магнитное обогащение?
3. Какими способами можно создать магнитное поле?
4. Опишите принцип электрической сепарации?
5. Какие известны специальные методы обогащения?

## **Раздел 4 Вспомогательные операции**

1. Какие известны вспомогательные процессы?
2. Что такое обезвоживание и для чего оно нужно на обогатительной фабрике?
3. Какие известны основные операции обезвоживания?
4. Что такое дренирование?
5. Что такое сгущение?
6. Что такое окускование полезных ископаемых и для чего оно нужно?
7. Какие известны процессы окускования?

## **Раздел 5. Переработка минерального сырья**

1. Назвать основные виды металлов.
2. Дать понятие определению металлургическая переработка.
3. Назвать основные способы получения металлов.
4. Описать технологию получения чугуна.
5. Назвать отличия стали от чугуна.
6. Назвать основные способы получения стали.
7. Описать кислородно-конверторный способ получения стали.
8. Описать процесс получения металлической меди
9. Описать процесс получения кокса.
10. Описать процесс получения суперфосфата.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к зачету (по дисциплине)**

1. Дать определение обогащению полезных ископаемых.
2. Указать в чем значение обогащения полезных ископаемых.
3. Назвать для чего нужны подготовительные операции.
4. Перечислить подготовительные операции.
5. Перечислить основные обогатительные операции.
6. Перечислить вспомогательные операции.
7. Как можно определить гранулометрический состав материалов?
8. Что такое дробление?
9. Что такое степень дробления?
10. Чем дробление отличается от измельчения?
11. В чем преимущества щековых дробилок перед конусными?
12. В чем преимущества конусных дробилок по сравнению со щековыми?
13. Что такое лещадное зерно?
14. Какая примерно степень дробления у щековых дробилок для крупного дробления?
15. Что такое измельчение?
16. Какие виды мельниц обычно используют на обогатительной фабрике?
17. Что такое мельница самоизмельчения?
18. Что такое грохочение?
19. Для чего используют операции грохочения на обогатительной фабрике?
20. Назвать основные виды грохотов.
21. Для чего чаще всего применяется гидравлическая классификация на обогатительной фабрике?
22. Назвать основные виды классификаторов.
23. Описать принцип действия гидроциклона.
24. Для чего нужны основные процессы (операции) обогащения?
25. Дать определение понятию гравитационное обогащение.
26. В чем преимущества и недостатки гравитационного обогащения?
27. Для каких полезных ископаемых используют гравитационное обогащение?
28. Перечислит гравитационные процессы обогащения.
29. Описать процесс отсадки.
30. Описать принцип действия воздушно пульсационной отсадочной машины.
31. Дать определение процессу обогащения в тяжелых средах.
32. Что такое утяжелитель и какие утяжелители чаще всего используют на практике?
33. Перечислить основные виды тяжелосредних сепараторов.
34. Описать принцип работы концентрационного стола.
35. Описать принцип действия безнапорного центробежного концентратора.
36. Описать принцип действия скруббер-бутары.
37. Дать определение понятию флотационное обогащение.
38. Назвать преимущества и недостатки флотационного обогащения.
39. Назвать основные виды флотационных реагентов.
40. Для чего используют флотационные реагенты собиратели?
41. Для чего используют флотационные реагенты вспениватели?
42. Перечислит основные виды флотационных машин.
43. Описать принцип действия механических флотационных машин.
44. Описать принцип действия пневмомеханических флотационных машин.
45. Описать принцип действия пневматических флотационных машин.
46. Дать определение понятию магнитное обогащение.
47. Для каких полезных ископаемых используют магнитное обогащение?
48. Перечислить сильномагнитные минералы.
49. Назвать основные способы создания магнитного поля.



50. Дать определению понятию электрическая сепарация.
51. Какие способы зарядки частиц при электрической сепарации обычно используются?
52. Какие методы обогащения относятся к специальным?
53. Для каких полезных ископаемых используется радиометрическое обогащение?
54. Что такое комбинированные методы обогащения?
55. Описать процесс кучного и чанового выщелачивания.
56. Перечислить вспомогательные операции.
57. Перечислить процессы, применяемые для обезвоживания.
58. Описать процесс фильтрации.
59. Назвать преимущества пресс-фильтров по сравнению вакуум-фильтрами.
60. Для чего нужно пылеулавливание на обогатительной фабрике?
61. Назвать аппараты, используемые для пылеулавливания.
62. Что такое хвостохранилище?
63. Для чего нужно окускование полезных ископаемых?
64. Что такое брикетирование?
65. Что такое агломерация?
66. Что такое окомкование?
67. Для каких полезных ископаемых обычно используют окомкование?
68. Назвать основные виды металлургических процессов.
69. Назовите черные металлы.
70. Описать процесс получения чугуна.
71. Чем сталь отличается от чугуна?
72. Назвать основные способы получения стали.
73. Описать кислородно-конверторный способ получения стали.
74. Описать процесс получения алюминия.
75. Описать процесс получения никеля.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

#### Вариант № 1

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Конечная цель процесса обогащения минерального сырья:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение тонко измельченной массы.</li> <li>2. Получение концентратов.</li> <li>3. Получение чистых металлов.</li> <li>4. Получение сплавов металлов.</li> </ol>
2.	Задача подготовительных процессов обогащения:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшить крупность руды.</li> <li>2. Высушить руду.</li> <li>3. Разъединить полезный компонент и пустую породу.</li> <li>4. Разделить полезный компонент и пустую породу.</li> </ol>
3.	Месторождение полезного ископаемого –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скопление минерального вещества в недрах Земли, по количеству, качеству и условиям залегания пригодного для промышленного использования.</li> <li>2. Природные минеральные образования земной коры, обладающие красивой окраской.</li> <li>3. Это продукт, куда выделяется большая часть полезных.</li> <li>4. Химические элементы или природные соединения, которые входят в состав полезного ископаемого в небольших количествах.</li> </ol>

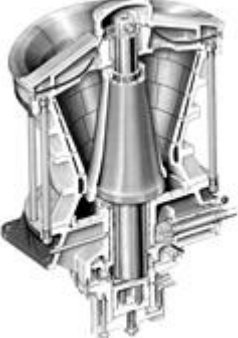
№	Вопросы	Варианты ответов
4.	Концентрат – это ...	<p>1. Химические элементы или природные соединения, для получения которых добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>2. Продукт, характеризующийся более низким по сравнению с концентратами и более высоким по сравнению с хвостами содержанием полезных компонентов.</p> <p>3. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонентов в хвостах ниже, чем в концентратах и руде).</p> <p>4. Продукт, куда выделяется (концентрируется) большая часть полезных минералов (и незначительное количество минералов пустой породы).</p>
5.	Хвосты – это ...	<p>1. Природные соединения, для получения которых добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>2. Продукт, характеризующийся более низким по сравнению с концентратами и более высоким по сравнению с рудой содержанием полезных компонентов.</p> <p>3. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы и незначительное количество полезного компонента.</p> <p>4. Продукт, куда выделяется большая часть полезных минералов</p>
6.	Промпродукт – это ...	<p>1. Химические элементы или природные соединения, для получения которых добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>2. Продукт, характеризующийся более низким по сравнению с концентратами и более высоким по сравнению с хвостами содержанием полезных компонентов.</p> <p>3. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента</p> <p>4. Продукт, куда выделяется большая часть полезных минералов.</p>
7.	Полезными примесями называются	<p>1. Химические элементы или природные соединения, которые входят в состав полезного ископаемого в небольших количествах и улучшают качество готовой продукции.</p> <p>2. Отдельные элементы и природные химические соединения, содержащиеся в полезных ископаемых в небольших количествах и оказывающие отрицательное влияние на качество готовой продукции.</p> <p>3. Химические элементы или природные соединения, для получения которых добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>4. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонентов в хвостах ниже, чем в концентратах и руде).</p>

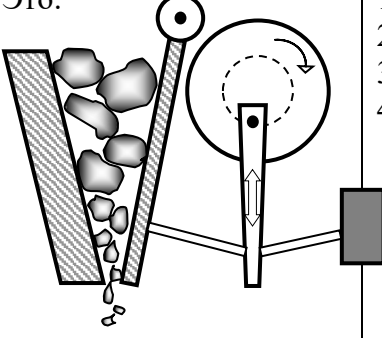
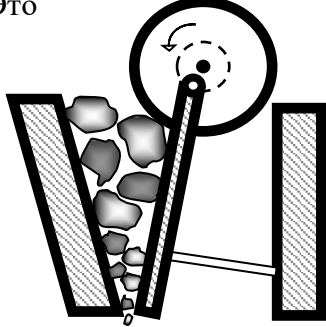

№	Вопросы	Варианты ответов
8.	Вредные примеси – это	<p>1. Химические элементы или природные соединения, которые входят в состав полезного ископаемого в небольших количествах и улучшают качество готовой продукции.</p> <p>2. Отдельные элементы и природные химические соединения, содержащиеся в полезных ископаемых в небольших количествах и оказывающие отрицательное влияние на качество готовой продукции.</p> <p>3. Химические элементы или природные соединения, для получения которых добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>4. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента.</p>
9.	Полезные компоненты – это	<p>1. Химические элементы или природные соединения, которые входят в состав полезного ископаемого в небольших количествах и улучшают качество готовой продукции.</p> <p>2. Отдельные элементы и природные химические соединения, содержащиеся в полезных ископаемых в небольших количествах и оказывающие отрицательное влияние на качество готовой продукции.</p> <p>3. Химические элементы или природные соединения, для получения которых добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>4. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонентов в хвостах ниже, чем в концентратах и руде).</p>
10.	Технологический показатель – «выход» продукта это:	<p>1. Отношение масс концентрата и хвостов.</p> <p>2. Отношение масс хвостов и концентрата.</p> <p>3. Разница между массой хвостов и массой концентрата.</p> <p>4. Отношение массы продукта к массе руды.</p>
11.	Сумма выходов всех конечных продуктов обогащения равна:	<p>1. 5 %.</p> <p>2. 100%.</p> <p>3. 50 %.</p> <p>4. 10 %.</p>
12.	Выход концентрата ( $\gamma_k$ ) определяется выражением:	<p>1. <math>\gamma_k = \frac{\beta_{uc} - \beta_{xв}}{\beta_k - \beta_{xв}} * 100, \%</math>.</p> <p>2. <math>\gamma_k = \frac{\beta_{uc} + \beta_{xв}}{\beta_k - \beta_{xв}} * 100, \%</math>.</p> <p>3. <math>\gamma_k = \frac{\beta_{uc} - \beta_{xв}}{\beta_k + \beta_{xв}} * 100, \%</math>.</p> <p>4. <math>\gamma_k = \frac{\beta_{uc} + \beta_{xв}}{\beta_k + \beta_{xв}} * 100, \%</math>.</p> <p>где: <math>\beta_{ис}</math>, <math>\beta_k</math>, <math>\beta_{хв}</math> - содержание ценного компонента в руде, концентрате и хвостах соответственно.</p>
13.	Технологический показатель «извлечение» ( $\epsilon$ ) полезного компонента	<p>1. <math>\epsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i - \beta_{исх}</math>.</p> <p>2. <math>\epsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i \cdot \beta_{исх}</math>.</p> <p>3. <math>\epsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i / \beta_{исх}</math>.</p> <p>4. <math>\epsilon_i = \beta_{исх} \cdot \beta_i / \gamma_i</math>.</p>

№	Вопросы	Варианты ответов
	в продукт рассчитывается по следующей формуле:	где: $\beta_{исх}$ , $\beta_i$ – содержание полезного компонента в руде и в $i$ - м продукте; $\gamma_i$ – выход продукта.
14.	Содержание полезного компонента в продукте это:	1. Отношение массы полезного компонента в продукте к массе продукта. 2. Масса полезного компонента в продукте. 3. Масса полезного компонента в руде. 4. Отношение массы продукта к массе руды.
15.	Технологический показатель «извлечение» полезного компонента - это ...	1. Масса полезного компонента в продукте. 2. Масса полезного компонента в руде. 3. Отношение массы продукта к массе руды. 4. Отношение массы расчетного компонента в продукте к массе этого же компонента в исходной руде.
16.	Сумма извлечений концентрата и хвостов равна:	1. 5 %. 2. 10%. 3. 100 %. 4. 50 %.
17.	В конвертерном способе получения стали из чугуна основным окислителем примесей и углерода является:	1. Флюсы; 2. Технический кислород; 3. Кислород окислов; 4. Кислород, растворенный в металле.
18.	Получение чугуна из железных концентратов осуществляют в печах:	1. Мартеновских; 2. Электрических; 3. Отражательных; 4. Доменных.
19.	Окончательна очистка меди осуществляется:	1. Растворением в серной кислоте; 2. Электролизом; 3. Электрической сепарацией; 4. Флотацией.
20.	Для получение стали чаще всего используют:	1. Мартеновский способ; 2. Доменную плавку; 3. Электропечной способ; 4. Кислородно-конверторный способ.

#### Вариант № 2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Равномерная суммарная характеристика крупности по плюсу свидетельствует о:	1. Преобладании мелких классов в смеси. 2. О равномерном распределении материала по крупности. 3. О равномерном распределении классов. 4. Об отсутствии средних классов крупности.
2.	Выпуклая суммарная характеристика крупности по плюсу свидетельствует о:	1. Преобладании мелких классов в смеси. 2. Преобладании средних классов в смеси. 3. О равномерном распределении классов. 4. Преобладании крупных классов в смеси.
3.	Дробление – это ...	1. Процесс разделения зернистых материалов по крупности на просеивающих поверхностях с калиброванными отверстиями.

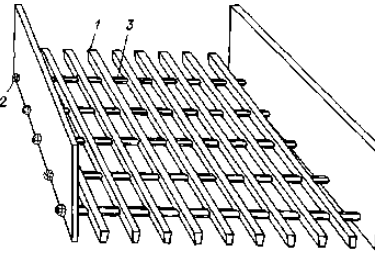
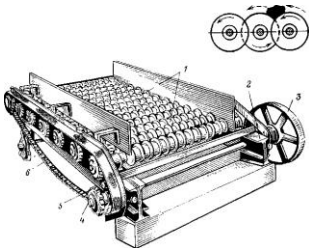
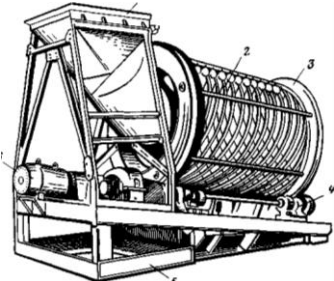
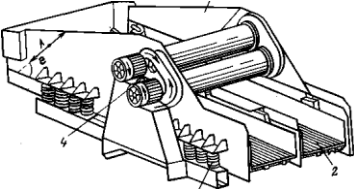
№	Вопросы	Варианты ответов
		2. Процесс разделения материала по крупности в жидкости (или газе), основанный на различии скоростей падения в полях гравитационной силы (гравитационная классификация) или центробежной силы (центробежная классификация) зерен различной крупности. 3. Процесс уменьшения размеров кусков (зерен) полезных ископаемых путем разрушения их действием внешних сил. 4. Процесс разделения минеральных частиц по плотности в водной или воздушной среде, пульсирующей относительно разделяемой смеси в вертикальном направлении.
4.	Наименьшие энергозатраты при разрушении руд получают при следующем виде деформации:	1. Удар. 2. Растяжение. 3. Изгиб. 4. Истирание.
5.	Щековые дробилки применяются для:	1. Крупного дробления. 2. Мелкого дробления. 3. Тонкого измельчения. 4. Грубого измельчения.
6.	Степень дробления (I) конусных дробилок обычно составляет:	1. $I = 5 \div 7$ . 2. $I = 8 \div 12$ . 3. $I = 12 \div 15$ . 4. $I = 15 \div 20$ .
7.	Степень дробления (I) определяется выражением:	1. $I = \frac{D_{\max}}{d_{\max}}$ . 2. $I = D_{\max} d_{\max}$ . 3. $I = D_{\max} - d_{\max}$ . 4. $I = D_{\max} + d_{\max}$ . где : $D_{\max}$ и $d_{\max}$ максимальный размер куска до дробления и после дробления соответственно.
8.	 Это:	1. Конусная дробилка мелкого дробления. 2. Конусная дробилка среднего дробления. 3. Конусная дробилка крупного дробления. 4. Конусная инерционная дробилка.
9.	Молотковые дробилки ударного действия применяют для дробления:	1. Кварцитов и базальтов. 2. Углей, каменных солей. 3. Гранитов. 4. Крепких железных руд.

№	Вопросы	Варианты ответов
10.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Щековая дробилка со сложным качанием щеки.</li> <li>2. Щековая дробилка с простым качанием щеки.</li> <li>3. Валковая дробилка.</li> <li>4. Молотковая дробилка.</li> </ol>
11.	<p>Это</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Щековая дробилка со сложным качанием щеки.</li> <li>2. Щековая дробилка с простым качанием щеки.</li> <li>3. Валковая дробилка.</li> <li>4. Молотковая дробилка.</li> </ol>
12.	<p>Первая стадия - крупное дробление (материал дробится приблизительно до...)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,074 мм.</li> <li>2. 15 мм.</li> <li>3. 100 мм.</li> <li>4. 300 мм</li> </ol>
13.	<p>Вторая стадия – среднее дробление (материал дробится приблизительно до...)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,074 мм.</li> <li>2. 15 мм.</li> <li>3. 100 мм.</li> <li>4. 300 мм</li> </ol>
14.	<p>Третья стадия – мелкое дробление (материал дробится приблизительно до...)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,074 мм.</li> <li>2. 15 мм.</li> <li>3. 100 мм.</li> <li>4. 300 мм</li> </ol>
15.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двухвалковая дробилка с зубчатыми валками.</li> <li>2. Щековая дробилка.</li> <li>3. Валковая дробилка.</li> <li>4. Молотковая дробилка.</li> </ol>
16.	<p>В конвертерном способе получения стали из чугуна основным окислителем примесей и углерода является:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Флюсы;</li> <li>6. Технический кислород;</li> <li>7. Кислород окислов;</li> <li>8. Кислород, растворенный в металле.</li> </ol>

№	Вопросы	Варианты ответов
17.	Получение чугуна из железных концентратов осуществляют в печах:	5. Мартеновских; 6. Электрических; 7. Отражательных; 8. Доменных.
18.	Окончательна очистка меди осуществляется:	1. Растворением в серной кислоте; 2. Электролизом; 3. Электрической сепарацией; 4. Флотацией.
19.	Для получение стали чаще всего используют:	1. Мартеновский способ; 2. Доменную плавку; 3. Электropечной способ; 4. Кислородно-конверторный способ.
20.	В конвертерном способе получения стали из чугуна основным окислителем примесей и углерода является:	9. Флюсы; 10. Технический кислород; 11. Кислород окислов; 12. Кислород, растворенный в металле.

Вариант № 3.

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	«Трудными» зернами при грохочении называют зёрна, размер которых (d) и размер отверстий сита (a) связаны как:	1. $d \approx 1,1a$ . 2. $d \leq 0,75a$ . 3. $0,75 a \leq d \leq a$ . 4. $d \approx a$ .
2.	«Затрудняющими» зернами при грохочении называют зёрна, размер которых (d) и размер отверстий сита (a) связаны как:	1. $d \approx 1,1a$ . 2. $d \leq 0,75a$ . 3. $a \leq d \leq 1,5 a$ . 4. $d \approx a$ .
3.	Эффективность грохочения (E) определяется по формуле (где: $\beta_{ис}$ и $\beta_n$ – содержание мелочи в исходном материале и в надрешетном продукте соответственно):	1. $E = \frac{\beta_{ис} - \beta_n}{(100 - \beta_n)\beta_{ис}} 10^4, \%$ . 2. $E = \frac{\beta_{ис} + \beta_n}{(100 - \beta_n)\beta_{ис}} 10^4, \%$ . 3. $E = \frac{\beta_{ис} - \beta_n}{(100 + \beta_n)\beta_{ис}} 10^4, \%$ . 4. $E = \frac{\beta_{ис} + \beta_n}{(100 + \beta_n)\beta_{ис}} 10^4, \%$ .
4.	Наивысшую эффективность имеют грохоты:	1. Вибрационные. 2. Барабанные. 3. Валковые. 4. Неподвижные колосниковые.
5.	Для крупного грохочения угля обычно используют:	1. Вибрационные. 2. Барабанные. 3. Валковые. 4. Неподвижные колосниковые.

№	Вопросы	Варианты ответов
6.	К подвижным грохотам относятся:	1. Колосниковые. 2. Дуговые. 3. Конические. 4. Валковые.
7.	К неподвижным грохотам относятся:	1. Валковые. 2. Барабанные. 3. Вибрационные. 4. Колосниковые.
8.	Это: 	1. Вибрационный грохот. 2. Колосниковый грохот. 3. Инерционный грохот. 4. Самобалансный грохот.
9.	Это: 	1. Вибрационный грохот. 2. Валковый грохот. 3. Инерционный грохот. 4. Самобалансный грохот.
10.	Это: 	1. Грохот барабанный. 2. Инерционный грохот. 3. Самобалансный грохот. 4. Вибрационный грохот.
11.	Это: 	1. Грохот барабанный. 2. Инерционный грохот. 3. Самобалансный грохот. 4. Вибрационный грохот.
12.	В дуговых грохотах эффективность грохочения повышается за счет:	1. Мокрого грохочения. 2. Грохочения мелкого материала. 3. Возникновения центробежной силы. 4. Сухого грохочения.
13.	Измельчение осуществляют в	1. Мельницах. 2. Дробилках. 3. Гидроциклонах. 4. Винтовых сепараторах.



№	Вопросы	Варианты ответов
14.	Наиболее эффективной является работа мельницы в режиме:	1. Каскадный. 2. Близкий к критическому. 3. Водопадный. 4. Смешанный.
15.	В мартеновском способе получения стали из чугуна источником кислорода для окисления примесей и углерода является:	1. Кислород воздуха; 2. Технический кислород; 3. Кислород окислов; 4. Кислород, растворенный в металле; 5. Селитра.
16.	Благородные металлы, содержащиеся в медных анодах, при электролизе:	1. Растворяются вместе с медью на аноде; 2. Растворяются вместе с медью на аноде и осаждаются на катоде; 3. Не растворяются на аноде и выпадают в шлам; 4. Остаются на аноде.
17.	К черным металлам относятся:	1. Cu, Ni, Zn; 2. Fe, Cr, Mn; 3. Sb, Sn, Bi; 4. W, Mo, Ti.
18.	Деление железных сплавов на чугун и сталь проводят по содержанию:	1. Кремния; 2. Марганца; 3. Углерода; 4. Фосфора.
19.	Одним из исходных продуктов доменной плавки является кокс. Его роль заключается:	1. Используется как разрыхлитель шихты; 2. Является восстановителем и источником тепла; 3. Является окислителем; 4. Снижает плотность шихты.
20.	Чтобы чугун превратить в сталь прежде всего необходимо:	1. Окислить все примеси и выжечь углерод; 2. Восстановить примеси; 3. Медленно охладить; 4. Закалить.

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**7.1. Рекомендуемая литература**

**7.1.1. Основная литература**

1. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т. 1. Обогащительные процессы. - М.: Горная книга, 2018. - 420 с., и пред. издания 2006. (Печатный экземпляр).

2. 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<.>)

**7.1.2. Дополнительная литература**

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. 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<.>).

3. 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>.

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

5. Обогащение полезных ископаемых. Методические указания по выполнению лабораторных работ. [Электронный ресурс]: Составитель В.Б. Кусков. РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный». Заказ 797. С 266. 2014 г. [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%90%2089419%2F%D0%9E%2D21%2D223755025<.>](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%90%2089419%2F%D0%9E%2D21%2D223755025<.>)

**7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

2. ЭБС издательского центра «Лань». <http://e.lanbook.com/>

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
7. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт». <http://rucont.ru/>
8. ООО Научная электронная библиотека. Интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования. (Включает РИНЦ- библиографическая база данных публикаций российских авторов и SCIENCE INDEX- информационно - аналитическая система, позволяющая проводить аналитические и статистические исследования публикационной активности российских ученых и научных организаций). <http://elibrary.ru/>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).
10. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>).
11. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>).

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

#### ***Аудитории для проведения лекционных занятий и лабораторных работ.***

**Лекции.** Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 6. Аудитория 6309 64 посадочных места. Мобильный интерактивный комплекс. Компьютерные комплектующие.

**Лабораторные работы.** Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3. 3325. Анализатор ситовой вибрационный ВП30Т — Лабораторный магнитный сепаратор ЭРГА БСМ-ВП 200х200/Т3664

Лабораторный валковый магнитный сепаратор ЭРГА СМВИ-1ЛМ 240х220/Т4503 Лабораторная флотационная машина ФМП-Л 0,3 (базовый комплект). Дробилка щековая лабораторная ДЩ 60х100М. Щековая дробилка JS6. Планетарная мельница ВМ6. Ротационный делитель RSD200. Цилиндр мерный 2000 мл. Сухожаровой шкаф Binder FD115. Настольный рН-метр Ohaus Starter.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета. Лицензионное программное обеспечение.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

Microsoft Windows 10 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).