

**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**  
доцент **В.Н. Бричкин**

---

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***МЕТАЛЛУРГИЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ***

**Уровень высшего образования:** Бакалавриат

**Направление подготовки:** 22.03.02 Metallургия

**Направленность (профиль):** Metallургия цветных металлов

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Составитель:** проф. Бричкин В.Н.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Металлургия легких металлов» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «22.03.02 Metallургия», утвержденного приказом Минобрнауки России № 702 от 02.07.2020 г.;

- на основании учебного плана по направлению подготовки «22.03.02 «Metallургия» направленность (профиль) «Metallургия цветных металлов».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., проф. В.Н. Бричкин

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры металлургии от «04» февраля 2021 г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. В.Н. Бричкин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела  
лицензирования, аккредитации и  
контроля качества образования

\_\_\_\_\_

Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса

\_\_\_\_\_

А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний в области металлургии легких металлов, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с технологией производства легких металлов и попутной продукции.

### Основные задачи дисциплины:

- изучение физико-химических основ технологических процессов производства лёгких металлов
- изучение технологии и аппаратурного оформления процессов получения глинозема, фтористых солей, алюминия, магния и других легких металлов;
- овладение методами решения технологических задач применительно к переработке сырья лёгких металлов природного и техногенного происхождения, с решением проблем комплексного использования сырья, охраны окружающей среды и техники безопасности;
- овладение навыками использования полученных знаний при организационно-управленческой деятельности, проектной и научно-исследовательской работе;
- формирование мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области производства лёгких металлов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Металлургия легких металлов» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «22.03.02 Металлургия» и изучается в 6, 7 и 8 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Металлургия легких металлов» являются «Физическая химия», «Основы обогащения руд», «Теория гидрометаллургических процессов», «Теория электрометаллургических процессов», «Теория пирометаллургических процессов», «Гидрометаллургические процессы и аппараты», «Металлургическая теплотехника и основы печных технологий», «Экономика», «Экология», «Методы контроля и анализа веществ».

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

Процесс изучения дисциплины «Металлургия легких металлов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность выбирать технологии переработки конкретного вида минерального сырья и производить расчеты основных металлургических операций	ПКС-3	ПКС-3.1. <b>Знает</b> технологии и физико-химические процессы получения цветных и благородных металлов из минерального сырья. ПКС-3.3. <b>Применяет</b> меры по предупреждению и профилактике непроизводительных потерь, простоев и аварий, нерационального расходования материальных ресурсов и энергоносителей ПКС-3.4. <b>Владеет</b> методиками расчета материальных потоков, потребностей материально-технических ре-

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		сурсов, включая энергоносители
Способность анализировать металлургические технологии с точки зрения образования отходов производства и возможных путей их использования и утилизации	ПКС-7	<p>ПКС-7.1. <b>Знает</b> основные технологии производства цветных металлов, состав и количество твердых, жидких и газообразных отходов образующихся при их реализации; способы утилизации и возможности использования отходов металлургического производства направленные на извлечение ценных компонентов или применение в смежных отраслях промышленности</p> <p>ПКС-7.2. <b>Умеет</b> разрабатывать производственные программы и задания по повышению извлечения цветных металлов и их соединений из рудного и техногенного сырья, очистки промывных и сточных вод, газообразных отходов</p> <p>ПКС-7.3. <b>Принимает</b> проектные и технологические решения по выбору рационального способа утилизации отходов производства</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 10 зачётных единицы, 360 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам		
		6	7	8
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>141</b>	<b>90</b>	<b>51</b>	<b>-</b>
Лекции (Л)	53	36	17	-
Практические занятия (ПЗ)	35	18	17	-
Лабораторные работы (ЛР)	53	36	17	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>147</b>	<b>72</b>	<b>39</b>	<b>36</b>
Подготовка к лекциям	12	9	3	-
Подготовка к лабораторным работам	16	8	8	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	32	17	15	-
Выполнение курсового проекта	36	-	-	36
Домашнее задание	21	15	6	-
Подготовка к контрольной работе	9	6	3	-
Аналитический информационный поиск	21	17	4	-
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э), курсовой проект (КП)</b>	<b>Э (36), КП</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>КП</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>				
<b>ак. час.</b>	<b>360</b>	<b>198</b>	<b>126</b>	<b>36</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>10</b>	<b>5,5</b>	<b>3,5</b>	<b>1</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

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

### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовой проект
Раздел 1 «Введение»	6	2	-	-	4
Раздел 2 «Производство глинозема и попутной продукции»	174	34	18	36	86
Раздел 3 «Металлургия алюминия»	80	11	17	9	43
Раздел 4 «Металлургия магния»	22	4	-	8	10
Раздел 5 «Металлургия щелочных и щелочноземельных металлов»	6	2	-	-	4
<b>Итого:</b>	<b>288</b>	<b>53</b>	<b>35</b>	<b>53</b>	<b>147</b>

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение	Цели и задачи курса. Связь с другими дисциплинами. Организация изучения дисциплины. Значение металлургии лёгких металлов для экономики страны.	2
2	Производство глинозема и попутной продукции	Сырьевая база производства глинозёма и алюминия. Фундаментальные основы производства глинозёма. Современная отраслевая структура производства лёгких металлов и основные этапы её развития. Способ Байера; способ спекания; комбинированный способ Байер-спекание; способы комплексной переработки нефелинов и алунитов; гидрохимический способ Пономарева-Сажина. Технологии производства попутной продукции и утилизации шламов.	34
3	Металлургия алюминия	Производство фтористых солей; производство углеродистых изделий; технология электролиза криолит-глиноземных расплавов; рафинирование алюминия; металлургия вторичного алюминия; проблемы защиты окружающей среды.	11
4	Металлургия магния	Подготовка магниевого сырья к переработке; электролитическое получение магния; получение	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		магния металлотермическим способом; технология совместной переработки титанового и магнезиевого сырья.	
5	Металлургия щелочных и щелочноземельных металлов	Краткий обзор способов получения натрия, калия, кальция и других легких металлов	2
<b>Итого:</b>			<b>53</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Основы расчёта материальных потоков производства глинозёма способом Байера	9
2	Раздел 2	Основы расчёта материальных потоков производства глинозёма при переработке нефелинового сырья способом спекания	9
3	Раздел 3	Элементы балансового расчёта алюминиевого электролизёра с самоспекающимися анодами	10
4	Раздел 4	Элементы балансового расчёта магнезиевого электролизёра	7
<b>Итого:</b>			<b>35</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Переработка бокситов способом Байера	10
2	Раздел 2	Переработка низкокачественных бокситов способом спекания	10
3	Раздел 2	Основы комплексной переработки нефелиновых концентратов	10
4	Раздел 2	Анализ алюминатных щелочных растворов глинозёмного производства	6
4	Раздел 3	Определение криолитового отношения электролитов при получении алюминия методом электролиза	4
5	Раздел 3	Анодное окисление углерода	4
6	Раздел 4	Получение металлического магния электролизом расплавленных хлоридов	4
7	Раздел 4	Металлотермический способ получения магния	5
<b>Итого:</b>			<b>53</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1	Расчёт материальных потоков производства глинозёма способом Байера
2	Расчёт материальных потоков производства глинозёма комбинированными способами Байер-спекание

3	Расчёт материальных потоков производства глинозёма при комплексной переработке нефелинового сырья
4	Балансовый расчёт промышленного электролизёра для получения алюминия
5	Балансовый расчёт промышленного электролизёра для получения магния
6	Расчёт и выбор оборудования для аппаратурно-технологической схемы производства глинозёма с заданным объёмом производства ( на примере схемы сгущения и промывки шлама, автоклавной батареи, выпарной установки и т.д.)
7	Расчёт и выбор трубчатой вращающейся печи для спекания (обжига) материалов в производстве глинозёма, углеграфитовых изделий и т.д.

## 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.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

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

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

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

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

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) 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, научным руководителем 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.

**Курсовое проектирование** формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

## 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. Введение

1. Назовите металлы, относящиеся к легким согласно промышленной классификации металлов (по плотности).
2. Назовите физико-химические и механические характеристики алюминия.
3. Укажите основные сферы применения алюминия и сплавов на основе данного металла.
4. Каковы масштабы производства алюминия на территории Российской Федерации?

5. Назовите основные алюминийсодержащие минералы, представляющие промышленный интерес для производства алюминия и глинозема.

### **Раздел 2. Производство глинозема и попутной продукции**

1. Назовите щелочные технологии переработки алюминийсодержащего сырья.
2. Приведите сравнительную характеристику щелочных и кислотных технологий производства глинозема.
3. В чем заключается практическое значение системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  в технологии производства глинозема.
4. Опишите основные технологические переделы производства глинозема по способу Байера.
5. Каким показателем осуществляется оценка качества бокситового сырья?
6. Опишите основные технологические переделы производства глинозема путем комплексной переработки нефелинового сырья.
7. Приведите сравнительную характеристику существующих щелочных технологий производства глинозема.

### **Раздел 3. Металлургия алюминия**

1. Опишите процесс производства жидкого алюминия в электролизере Холла-Эру.
2. Укажите химические и электродные реакции, происходящие внутри электролизера при производстве жидкого алюминия.
3. Назовите основные исходные материалы для производства алюминия.
4. Назовите физико-химические характеристики электролитов.
5. Опишите конструкцию катодного устройства.
6. Опишите конструкцию анодного устройства.
7. Приведите преимущества использования электролизеров с обожженными анодами в технологии производства алюминия.
8. Назовите существующие способы ликвидации анодных эффектов.

### **Раздел 4. Металлургия магния**

1. Назовите объемы производства и сферы применения магния.
2. Назовите основные минералы и руды магния.
3. Какой способ производства магния наиболее распространен в настоящее время? Из каких стадий он состоит?
4. Назовите катодные и анодные реакции, протекающие при электротермическом способе получения магния.
5. Назовите основные требования к электролиту для получения магния?
6. Дайте оценку влиянию геометрических параметров электролизера и плотности тока на показатели электролиза.
7. Назовите способы устранения нарушений нормального хода магниевых электролизеров.
8. Укажите направления совершенствования аппаратно-технологических схем электролитического получения магния.

### **Раздел 5. Металлургия щелочных и щелочноземельных металлов**

1. Назовите физико-химические характеристики лития и его соединений.
2. Назовите объемы производства и сферы применения лития.
3. Опишите основные переделы производства металлического лития путем переработки сподуменовых руд.
4. Назовите существующие способы получения калия.
5. Назовите физико-химические и механические характеристики бериллия и его соединений.
6. Назовите основные минералы и руды бериллия.



7. Опишите технологию электролитического получения металлического кальция из расплава  $\text{CaCl}_2$ .

## 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации экзамена

### 6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Какие свойства алюминия делают его востребованным на рынке металлов?
2. Какие закономерности наблюдаются в мировой структуре производства алюминия?
3. Основное сырьё для производства алюминия?
4. Чем отличается происхождение бокситов осадочного и остаточного типа?
5. К какому типу алюминиевого сырья можно отнести нефелиновые руды и почему?
6. Какие минералы алюминия в составе боксита являются породообразующими?
7. Как влияет температура и концентрация каустической щёлочи на растворимость алюминия в системе  $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ ?
8. Какая твёрдая фаза образуется в технологически значимой области системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$  и в чём её особенность?
9. В чём заключаются основные положения современной теории строения алюминатных растворов?
10. Какова природа высокой метастабильной устойчивости алюминатных растворов?
11. В чём заключается роль затравки при декомпозиции алюминатных растворов?
12. Как осуществляется очистка алюминатных растворов от примеси кремния в способе Байера?
13. Каким образом компенсируются потери щёлочи в способе Байера?
14. Чем определяется эффективность оборота щёлочи в способе Байера?
15. Что означает понятие – цикл Байера?
16. С чем связаны основные направления увеличения эффективности производства глинозёма способом Байера?
17. В чём заключаются основные преимущества параллельного способа Байер-спекание?
18. Что обеспечивает высокую глубину разложения алюминатных растворов в процессе карбонизации?
19. С какой целью применяется двухстадийное обескремнивание алюминатных растворов при переработке бокситового и нефелинового сырья способом спекания?
20. Какими преимуществами обладает технология обескремнивания алюминатных растворов с использованием ГКАК?
21. Какова сущность гидрохимических способов переработки красного шлама?
22. Основной способ получения первичного алюминия?
23. Устройство алюминиевого электролизера?
24. Основные реакции на аноде, катоде, газообразные продукты при электролитическом получении алюминия?
25. Схема получения углеродных масс?
26. Основные требования к катодам?
27. Футеровочные материалы алюминиевого электролизера?
28. Строение криолит-глиноземных расплавов?
29. Что такое кислый и щелочной электролит?
30. Анодный эффект и принцип его действия?
31. Катодное устройство.
32. Анодное устройство.
33. Аппаратура и технология обезвоживания карналлита?
34. Аппаратура и технология обезвоживания кристаллогидратов хлорида магния?
35. Виды конструкций магниевых электролизеров?
36. Материал катода и анода магниевых электролизеров?
37. Как проводят пуск электролизеров?

38. Основные технологические операции обслуживания электролизеров?  
 39. Влияние состава и физико-химических свойств электролита на электролиз?  
 40. Аппаратура и технология процессов рафинирования и разлива магния?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	В щелочных растворах алюминий образует ионы:	1. $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 2. $\text{Al}^{3+} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 3. $\text{AlO}_2^- \cdot \text{H}_2\text{O}$ 4. $\text{AlOH}^{2+}$
2	С увеличением температуры растворимость $\text{Al}_2\text{O}_3$ в растворе гидроксида натрия:	1. уменьшается 2. возрастает 3. остается неизменной 4. возрастает по экспоненте
3	Ход изотермы растворимости $\text{Al}_2\text{O}_3$ в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ :	1. имеет максимум 2. имеет минимум 3. монотонно возрастает 4. монотонно убывает
4	Уменьшение концентрации щелочи при постоянной температуре:	1. повышает растворимость $\text{Al}_2\text{O}_3$ 2. снижает растворимость $\text{Al}_2\text{O}_3$ 3. не влияет на растворимость 4. оказывает влияние по линейному закону
5	Линия разбавления алюминатных растворов отвечает в диаграмме $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ составам с:	1. постоянной концентрацией $\text{Na}_2\text{O}$ 2. постоянной концентрацией $\text{Al}_2\text{O}_3$ 3. постоянным отношением $[\text{Na}_2\text{O}]/[\text{Al}_2\text{O}_3]$ при постоянной температуре 4. постоянным каустическим модулем
6	Каустический модуль алюминатных растворов оценивает:	1. избыток $\text{Al}_2\text{O}_3$ в равновесном растворе 2. массу $\text{Na}_2\text{O}$ на единицу массы $\text{Al}_2\text{O}_3$ 3. относительное количество $\text{Na}_2\text{O}$ в неравновесном растворе 4. избыток $\text{Na}_2\text{O}$ по отношению к стехиометрии алюмината натрия
7	При концентрации $\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Na}_2\text{O}$ равной 100 г/л, каустический модуль раствора составит:	1. 1,0 2. 1,25 3. 1,645 4. 2,25
8	Способность алюминатных растворов к нахождению в пересыщенном состоянии объясняется:	1. наличием значительного количества примесей 2. образованием термодинамически прочных комплексов 3. низкой работой образования поверхности раздела фаз 4. высоким поверхностным натяжением на границе с твердой фазой

9	Разбавление алюминатных щелочных растворов с $\alpha_k = 1,6$ водой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. приводит к его увеличению</li> <li>2. приводит к его уменьшению</li> <li>3. не изменяет <math>\alpha_k</math></li> <li>4. приводит к изменению <math>\alpha_k</math> в зависимости от степени разбавления</li> </ol>
10	Пересыщенные алюминатные растворы с $\alpha_k > 1,7$ при температуре сгущения красного шлама:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. неустойчивы</li> <li>2. устойчивы непродолжительное время</li> <li>3. технологически устойчивы</li> <li>4. обладают абсолютной устойчивостью</li> </ol>
11	Основным источником поступления и накопления серы в растворах глинозёмного производства при переработке бокситов является (являются):	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. минералы в составе боксита</li> <li>2. топливо</li> <li>3. каустическая щёлочь</li> <li>4. природный водозабор</li> </ol>
12	$1,645[\text{Na}_2\text{O}]/[\text{Al}_2\text{O}_3]$ – формула для расчёта:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. извлечения <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> при выщелачивании в способе Байера</li> <li>2. потерь щёлочи</li> <li>3. каустического модуля</li> <li>4. константы равновесия в системе <math>\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}</math></li> </ol>
13	$(1 - 0,85/\mu_{\text{Si}})$ – формула для расчёта:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. практического извлечения <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> при выщелачивании в способе Байера</li> <li>2. теоретического извлечения <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> при выщелачивании в способе Байера</li> <li>3. химических потерь каустической щёлочи в способе Байера</li> <li>4. химических потерь <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> в способе Байера</li> </ol>
14	$(1 - \alpha_k^{\text{нач}}/\alpha_k^{\text{кон}})$ – формула для расчёта:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. химических потерь каустической щёлочи в способе Байера</li> <li>2. константы равновесия в системе <math>\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}</math></li> <li>3. степени полезного использования каустической щёлочи</li> <li>4. степени разложения алюминатных растворов</li> </ol>
15	В отечественной практике глинозёмного производства концентрация соды в алюминатных щелочных растворах приводится в пересчёте на эквивалентное количество:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\text{NaOH}</math></li> <li>2. <math>\text{Na}_2\text{O}</math></li> <li>3. <math>\text{CO}_2</math></li> <li>4. <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math></li> </ol>
16	В зарубежной практике глинозёмного производства концентрация каустической щёлочи в алюминатных растворах приводится в пересчёте на эквивалентное количество:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math></li> <li>2. <math>\text{Na}_2\text{O}</math></li> <li>3. <math>\text{CO}_2</math></li> <li>4. <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math></li> </ol>
17	В лабораторной практике, анализ алюминатных растворов на содержание каустической щёлочи проводится с использованием индикатора:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метилоранжа</li> <li>2. ксиленолового синего</li> <li>3. фенолфталеина</li> <li>4. лакмуса синего</li> </ol>

18	В лабораторной практике, анализ алюминатных растворов на содержание общей щёлочи проводится с использованием индикатора:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метиленового голубого</li> <li>2. ксиленолового синего</li> <li>3. конго красного</li> <li>4. метилового красного</li> </ol>
19	В лабораторной практике, анализ алюминатных растворов на содержание оксида алюминия выполняется методом:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. окислительно-восстановительного титрования</li> <li>2. кислотного-основного титрования</li> <li>3. комплексонометрического титрования</li> <li>4. осадительного титрования</li> </ol>
20	Традиционный лабораторный анализ щелочных алюминатных растворов на содержание кремнезёма выполняется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. комплексонометрического титрования</li> <li>2. весовым методом</li> <li>3. кондуктометрическим методом</li> <li>4. фотоколориметрическим методом</li> </ol>

### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Для интенсификации выщелачивания боксита оно проводится:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в режиме выпарки</li> <li>2. в условиях интенсивного перемешивания</li> <li>3. совместно с измельчением боксита</li> <li>4. под давлением водяного пара, существенно превышающим атмосферное давление</li> </ol>
2	Боксит с содержанием, %: $Al_2O_3 - 50$ ; $SiO_2 - 5$ ; $Fe_2O_3 - 15$ ; $CaCO_3 - 5$ следует перерабатывать на глинозем способом:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. спекания</li> <li>2. Байера</li> <li>3. Байер-спекание (последовательный)</li> <li>4. Байера после химического обогащения</li> </ol>
3	К легко вскрываемым следует отнести бокситы:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гиббситового типа</li> <li>2. бемит-диаспорового состава</li> <li>3. бемит-гиббситового типа</li> <li>4. с высоким содержанием каолинита</li> </ol>
4	Гиббситовый боксит с кремниевым модулем меньше 7 можно отнести к высококачественному сырью, если кремнезём:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. связан с каолинитом</li> <li>2. представлен аморфным <math>SiO_2</math></li> <li>3. представлен кварцем</li> <li>4. находится в составе щелочных алюмосиликатов</li> </ol>
5	Предварительное выщелачивание бокситов при их переработке по способу Байера предназначено для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. интенсификации основной стадии выщелачивания</li> <li>2. более полного извлечения алюминия</li> <li>3. уменьшения зарастания теплообменников</li> <li>4. уменьшения расходных показателей по пределу вскрытия</li> </ol>
6	Теоретическое извлечение оксида алюминия при выщелачивании бокситов по способу Байера однозначно определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кремниевым модулем боксита</li> <li>2. известными механическими потерями <math>Al_2O_3</math> с красным шламом</li> <li>3. каустическим модулем растворов</li> <li>4. температурой выщелачивания</li> </ol>
7	При автоклавном выщелачивании бокситов предпочтительно использование растворов с концентрацией $Na_2O$ :	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 200 г/л</li> <li>2. 300 г/л</li> <li>3. 400 г/л</li> <li>4. в зависимости от минералогического состава боксита</li> </ol>

8	Положительный эффект применения извести при выщелачивании бокситов в способе Байера согласно современным представлениям основан на:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. осаждении высоконасыщенных гидрогранатов</li> <li>2. образовании высокопористых осадков титанатов кальция</li> <li>3. участии <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math> в гетерогенном катализе</li> <li>4. повышении устойчивости алюминатных растворов к самопроизвольному гидролизу</li> </ol>
9	Основное количество $\text{Al}_2\text{O}_3$ теряется при выщелачивании бокситов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. механически</li> <li>2. за счет прямого недоизвлечения</li> <li>3. с гидроалюмосиликатом натрия</li> <li>4. с алюминатом кальция</li> </ol>
10	Для увеличения извлечения $\text{Al}_2\text{O}_3$ в раствор при выщелачивании бокситов в способе Байера следует:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменить условия выщелачивания</li> <li>2. оптимизировать конструкционные решения</li> <li>3. увеличить кремниевый модуль боксита</li> <li>4. оптимизировать систему управления процессом выщелачивания</li> </ol>
11	Известный способ увеличения степени осаждения $\text{Al}_2\text{O}_3$ из алюминатных растворов цикла Байера основан на:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повышении затравочного отношения</li> <li>2. снижении температуры декомпозиции</li> <li>3. упарке и кристаллизации алюмината натрия</li> <li>4. осаждении гидроксида из низкоконцентрированных растворов</li> </ol>
12	Ведущим направлением в развитии аппаратного оформления процесса декомпозиции является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличение эффективности тепло-массообменных процессов</li> <li>2. снижение зарастания бакового оборудования</li> <li>3. снижение объёма декомпозиёров</li> <li>4. увеличение объёма декомпозиёров</li> </ol>
13	Для увеличения эффективности оборота каустической щёлочи необходимо:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повысить степень декомпозиции</li> <li>2. повысить извлечение <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> на стадии выщелачивания</li> <li>3. уменьшить механические потери каустика</li> <li>4. уменьшить степень декаустификации щёлочи</li> </ol>
14	Для производства тонкодисперсного оксида и гидроксида алюминия процесс декомпозиции следует вести:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при повышенном затравочном отношении</li> <li>2. при пониженном затравочном отношении</li> <li>3. в отсутствие затравки</li> <li>4. при повышенных температурах из растворов с высоким каустическим модулем</li> </ol>
15	Для использования маточного раствора от декомпозиции алюминатных растворов в качестве оборотного реагента он подлежит:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. упарке</li> <li>2. нагреву</li> <li>3. разбавлению</li> <li>4. охлаждению</li> </ol>
16	Компенсация невосполнимых потерь щелочи в способе Байера происходит за счет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. введения каустика</li> <li>2. введения поташа</li> <li>3. доизвлечения щелочи из отходов производства</li> <li>4. каустификации "рыжей соды"</li> </ol>
17	При использовании соды для компенсации невосполнимых потерь щёлочи в цикле Байера она:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. подаётся на стадию измельчения боксита в эквивалентном количестве</li> <li>2. вводится на передел выщелачивания</li> <li>3. предварительно подвергается кальцинации</li> <li>4. обрабатывается известковым молоком в водном растворе</li> </ol>

18	Действующий ГОСТ на металлургический глинозём не устанавливает предельное:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. содержание модификации <math>\alpha</math>- <math>Al_2O_3</math></li> <li>2. содержание примеси <math>Fe_2O_3</math></li> <li>3. значение для ППП</li> <li>4. содержание <math>P_2O_5</math></li> </ol>
19	Марка ГК-000 означает, что это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. металлургический глинозём с содержанием примесей менее 0,1%</li> <li>2. металлургический глинозём крупнозернистый высшего качества</li> <li>3. марка металлургического глинозёма соответствующая устаревшему стандарту</li> <li>4. глинозём неметаллургический для производства керамики и электрофарфора</li> </ol>
20	Необходимость глубокой прокалки металлургического глинозёма связана с обеспечением требований ГОСТа по содержанию:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. суммы <math>Na_2O + K_2O</math></li> <li>2. <math>P_2O_5</math></li> <li>3. ППП</li> <li>4. свободной влаги</li> </ol>

### Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Температура спекания бокситовых шихт определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. термодинамической устойчивостью <math>NaAlO_2</math></li> <li>2. температурой начала диссоциации <math>CaCO_3</math></li> <li>3. частичным расплавлением твердой фазы</li> <li>4. ограничением потерь щелочи за счет испарения</li> </ol>
2	Влажность бокситовой шихты при мокром способе приготовления составляет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 25%</li> <li>2. 30%</li> <li>3. 35%</li> <li>4. около 40%</li> </ol>
3	При спекании бокситов известняк играет роль:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. реагента</li> <li>2. флюса</li> <li>3. минерализатора</li> <li>4. холодной присадки</li> </ol>
4	Отделение основного количества примесей в составе низкокачественного боксита от алюминия осуществляется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. спеканием</li> <li>2. выщелачиванием</li> <li>3. автоклавным осаждением</li> <li>4. выделением гидрогранатов</li> </ol>
5	Более низкий каустический модуль растворов при переработке бокситов способом спекания по сравнению со способом Байера объясняется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. различиями в кинетике процесса</li> <li>2. различиями в химизме выщелачивания</li> <li>3. различиями в базовой физико-химической системе</li> <li>4. требованиями к последующей переработке</li> </ol>
6	Железо в составе низкокачественного боксита при его переработке способом спекания играет роль:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. инертной примеси</li> <li>2. вредной примеси</li> <li>3. каустификатора соды</li> <li>4. минерализатора</li> </ol>
7	Снижение каустического модуля алюминатных растворов в конце растворения алюминатных спеков и выщелачивания бокситов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. улучшает оборот щелочи</li> <li>2. не влияет на использование щелочи</li> <li>3. увеличивает расход щелочи</li> <li>4. снижает извлечение <math>Al_2O_3</math></li> </ol>

8	Шлам от выщелачивания бокситовых спёков в настоящее время:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не перерабатывается</li> <li>2. используется в производстве строительных материалов</li> <li>3. применяется для извлечения редких металлов</li> <li>4. применяется для рекультивации почв</li> </ol>
9	Устойчивость к гидролизу алюминатных растворов от выщелачивания спёков объясняется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. низкой концентрацией <math>Al_2O_3</math></li> <li>2. высоким каустическим модулем раствора</li> <li>3. стабильным температурным режимом их переработки</li> <li>4. комплексообразованием при участии <math>SiO_2</math></li> </ol>
10	Для производства глинозема марки Г-00 из бокситов с $\mu_{Si} = 2-3$ , в растворе достаточно обеспечить $\mu_{Si}$ :	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 800-1000</li> <li>2. 2000-3000</li> <li>3. &gt;5000</li> <li>4. &gt;10000</li> </ol>
11	Алюминатные растворы способа спекания перед карбонизацией:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не нуждаются в очистке от примесей</li> <li>2. подлежат одностадийной очистке</li> <li>3. подлежат двухстадийной очистке</li> <li>4. в основном очищают от органических примесей</li> </ol>
12	Для повышения степени усвоения углекислого газа в процессе карбонизации следует:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повысить концентрацию <math>CO_2</math></li> <li>2. понизить концентрацию <math>CO_2</math></li> <li>3. увеличить температуру процесса</li> <li>4. увеличить интенсивность массообменных процессов</li> </ol>
13	В практике глинозёмного производства энергосберегающий режим кальцинации гидроксида алюминия обеспечивается в:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. трубчатых вращающихся печах</li> <li>2. в печах кипящего слоя</li> <li>3. автогенных агрегатах</li> <li>4. шахтных печах</li> </ol>
14	Отличительной особенностью требований ГОСТа к маркам неметаллургического глинозёма является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пониженное содержание щелочей</li> <li>2. меньшая требовательность к содержанию кремния и железа</li> <li>3. высокое содержание <math>\alpha-Al_2O_3</math></li> <li>4. пониженные требования к ППП</li> </ol>
15	Плавка глинозёма позволяет получать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. абразивные материалы</li> <li>2. оксид алюминия для производства спец марок алюминия</li> <li>3. носители для катализаторов</li> <li>4. строительные материалы высокой прочности</li> </ol>
16	Деление потока алюминатного раствора при переработке нефелиновых концентратов связано с:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. оборотом каустика</li> <li>2. оборотом воды</li> <li>3. различием в очистке растворов</li> <li>4. различием в качестве осажденного гидроксида алюминия</li> </ol>
17	Переработка шламов от первой и второй стадии обескремнивания алюминатных растворов в производстве глинозёма из нефелиновых концентратов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. осуществляется по специальной технологии</li> <li>2. не ведётся</li> <li>3. ведётся в составе известняково-нефелиновой шихты</li> <li>4. ведётся в составе сырьевой портландцементной смеси</li> </ol>

18	Введение затравки создаёт термодинамическую возможность осуществления процесса кристаллизации из растворов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>лабильного состава</li> <li>стабильного состава</li> <li>метастабильного состава</li> <li>независимо от степени их относительного пересыщения</li> </ol>
19	Основным компонентом шлама после первой стадии обескремнивания алюминатных растворов является:	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}</math></li> <li><math>\text{Na}_2\text{CaSiO}_4</math></li> <li><math>3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot (6-2m)\text{H}_2\text{O}</math></li> <li><math>\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math></li> </ol>
20	Перспективным направлением использования гидроалюмосиликата натрия является его применение в качестве сырья для производства:	<ol style="list-style-type: none"> <li>портландцемента</li> <li>синтетических сорбентов</li> <li>силикатных кирпичей</li> <li>минеральных удобрений</li> </ol>

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

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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

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

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

#### 6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта

Студент выполняет курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.



<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

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

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Металлургия цветных металлов [Электронный ресурс] : учебник / В. М. Сизяков [и др.]. - СПб. : Горн. ун-т, 2015. - 392 с. : рис., табл. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Библиогр.: с. 390-391 (30 назв.). - ISBN 978-5-94211-746-7 : Б. ц.  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108#](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108#).
2. Дубовиков О.А. Эффективные технологии переработки низкокачественных бокситов / О.А. Дубовиков, В.М. Сизяков. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2012. 195 с.
3. Сизяков В.М. Технологические и методологические основы получения алюминия на мощных электролизёрах / В.М. Сизяков, В.Ю. Бажин. Санкт-Петербургский государственный горный университет. СПб, 2011. 130 с.
4. Сизяков В.М. Получение порошков алюминия, титана и магния с использованием методов нанометаллургии: Учебное пособие / В.М. Сизяков, В.Г. Гопиенко, С.В. Александровский. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2008. 95 с.

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. Учебное пособие для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Интернет Инжиниринг, 2003. — 464 с.  
<https://www.twirpx.com/file/264217/>
2. Процессы и аппараты цветной металлургии. С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев, А.П. Дорошкевич, В.П. Жуков, Е.И. Елисеев, С.В. Карелов, А.Б. Лебедь, С.В. Мамяченков. Учебник для вузов. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ—УПИ, 2005. — 700 с. <https://www.twirpx.com/file/1526848/>
3. Бурухин А.Н. и др. Общие основы получения цветных металлов. Учебное пособие. — 2-е изд., доп. — Москва: Норильский никель, 2005. — 170 с. <https://www.twirpx.com/file/1990214/>
4. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. М.: Интернет Инжиниринг, 2000. — 442 с.  
<https://www.twirpx.com/file/484531/>
5. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов / С.С. Набойченко, П.П. Ни, Я.М. Шнеерсон, Л.В. Чугаев. Научное издание/ — Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, — 2002, — 940 с. <https://www.twirpx.com/file/1601739/>

6. Бричкин В.Н. Процессы массовой кристаллизации из растворов в производстве глинозёма / В.Н.Бричкин, В.М. Сизяков. СПГГИ (ТУ). СПб., 2005. 134 с.

### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Сизяков В.М., Бричкин В.Н. Металлургия легких металлов. Производство глинозема. Лабораторный практикум. — СПб: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2004. — 90 с. <https://www.twirpx.com/file/1511850/>

2. Бричкин В.Н., Сизяков В.М. Металлургия легких металлов. Производство алюминия и магнезия. Лабораторный практикум. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2005. — 88 с. <https://www.twirpx.com/file/135699/>

3. Бричкин В.Н. Металлургия легких металлов. Методические указания к практическим занятиям. — СПб: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2018. — 30 с.

4. Бричкин В.Н. Металлургия легких металлов. Методические указания для выполнения курсового проекта. — СПб: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2018. — 26 с.

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

1. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

2. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

3. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

4. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

5. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

6. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

7. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

8. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

9. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru>

10. Электронно-библиотечная система «SciTecLibrary»: <http://www.sciteclibrary.ru>

11. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

#### 8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий.

*128 посадочных мест*

Оснащенность: Стол письменный – 65 шт., стул аудиторный – 128 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 2 шт., компьютер 400G1, N9E88ES – 1 шт., монитор PROLITE TF1734MC-B1X – 1 шт., экран SCM-4308 – 1 шт., проектор XEED WUX6010 – 1 шт., система акустическая Sound SM52T-WH – 8 шт., плакат – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Microsoft Open License, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *60 посадочных мест*

Стол письменный – 31 шт., стул аудиторный – 60 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска напольная мобильная – 1 шт., ноутбук 90NBOAO2-VQ1400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., экран SCV-16904 Champion – 1 шт., плакат – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО)

#### **8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий.**

##### *32 посадочных места*

Стол письменный – 17 шт., стул аудиторный – 32 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакат – 6 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *30 посадочных мест*

Стол письменный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакаты – 5 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *28 посадочных мест*

Стол письменный – 15 шт., стул аудиторный – 28 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакат – 5 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8

Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

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

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 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 – 17 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), 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).

ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

#### 4. Читальные залы:

Оснащенность: компьютерное кресло 7875 A2S – 35 шт., стол компьютерный – 11 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 16 шт., доска настенная белая - 1 шт., монитор ЖК Philips - 1 шт., монитор HP L1530 15tft - 1 шт., сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт., системный блок HP6000 – 2 шт.; стеллаж открытый - 18 шт., микрофон Д-880 с 071с.ч. - 2 шт., книжный шкаф - 15 шт., парта - 36 шт., стул - 40 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС); MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### 5. Читальный зал:

Оснащенность: аппарат Xerox W. Centre 5230- 1 шт., сканер K. Filem - 1 шт., копировальный аппарат - 1 шт., кресло – 521AF-1 шт., монитор ЖК HP22 - 1 шт., монитор ЖК S.17 - 11 шт., принтер HP L/Jet - 1 шт., системный блок HP6000 Pro - 1 шт., системный блок Ramec S. E4300 – 10 шт., сканер Epson V350 - 5 шт., сканер Epson 3490 - 5 шт., стол 160×80×72 - 1 шт., стул 525 BFH030 - 12 шт., шкаф каталожный - 20 шт., стул «Кодоба» -22 шт., стол 80×55×72 - 10 шт.

#### 6. Читальный зал:

Оснащенность: книжный шкаф 1000×3300×400-17 шт., стол, 400×180 Титаник «Pico» - 1 шт., стол письменный с тумбой – 37 шт., кресло «Cannes» черное - 42 шт., кресло (кремовое) – 37 шт., телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT - 1 шт., Монитор Benq 24 - 18 шт., цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт., пульт для презентаций R700-1 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт., сканер Xerox 7600 - 4шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС); MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **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, Microsoft Office 2010 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### 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., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное

программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 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, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

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

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. 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)