

Министерство образования Красноярского края  
Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«КРАСНОЯРСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор КГБПОУ «КрИМТ»  
В.Е. Попков  
30.06.2021г., приказ №129/1-о

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

### **ПМ.01 Подготовка и ведение технологического процесса производства цветных металлов и сплавов**

**для специальности 22.02.02 Металлургия цветных металлов**

**среднего профессионального образования (базовый уровень)**

**Красноярск**

**2021г.**

Программа профессионального модуля разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 22.02.02 Metallurgy цветных металлов.

**Организация-разработчик:** КГБПОУ «Красноярский индустриально-металлургический техникум»

**Разработчики:**

Жуйкова Марина Владимировна, преподаватель КГБПОУ КрИМТ  
Минакова Лариса Николаевна, преподаватель КГБПОУ КрИМТ  
Баранова Галина Дмитриевна, преподаватель КГБПОУ КрИМТ  
Белогорцева Лидия Яковлевна, преподаватель КГБПОУ КрИМТ

**Рабочая программа согласована:**

Цикловой комиссией МЦМ  
протокол № 09 от 17.05.2021г.  
Председатель ЦК, Л.Н.Минакова

Заместитель директора по учебной работе  
Н.А. Изгагина, 30.06.2021г.

Дирекция по модернизации ООО «РУСАЛ-ИТЦ»,  
директор по реализации инвестиционных мероприятий,  
В.Г. Костецкий, 14.06.2021г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.01 .....	4
1.1. Область применения программы.....	4
1.2. Цели и задачи профессионального модуля – требования к результатам освоения профессионального модуля .....	4
1.3. Количество часов на освоение программы профессионального модуля .....	5
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.01 .....	6
3.1. Тематический план профессионального модуля .....	6
3.2. Содержание обучения по профессиональному модулю .....	7
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ .....	29
4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению .....	29
4.2. Информационное обеспечение обучения .....	29
4.3. Общие требования к организации образовательного процесса.....	29
4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса .....	30
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	30

# **1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.01**

## **Подготовка и ведение технологического процесса производства цветных металлов и сплавов**

### **1.1. Область применения программы**

Программа профессионального модуля является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 22.02.02 Metallургия цветных металлов в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД) Подготовка и ведение технологического процесса производства цветных металлов и сплавов соответствующих общих компетенций:

**ОК 1.** Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

**ОК 2.** Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

**ОК 3.** Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

**ОК 4.** Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

**ОК 8.** Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

профессиональных компетенций:

**ПК 1.1.** Осуществлять подготовку исходного сырья к переработке.

**ПК 1.2.** Вести технологический процесс по результатам анализов, показаниям контрольно-измерительных приборов (КИП).

**ПК 1.3.** Контролировать и регулировать технологический процесс.

**ПК 1.4.** Использовать автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) в производстве цветных металлов и сплавов.

**ПК 1.5.** Выполнять необходимые типовые расчеты.

Программа профессионального модуля может быть использована в дополнительном профессиональном образовании и профессиональной подготовке работников в области Metallургии цветных металлов, при наличии среднего (полного) общего образования. Опыт работы не требуется.

### **1.2. Цели и задачи профессионального модуля – требования к результатам освоения профессионального модуля**

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт

- подготовки исходного сырья к переработке;
- ведения технологического процесса по результатам анализов, показаниям КИП;
- контроля и регулирования технологического процесса;
- использования АСУТП в производстве цветных металлов и сплавов;
- выполнения необходимых типовых расчетов;

уметь

- выбирать сырьевые материалы для производства цветных металлов на основе их свойств;
- выбирать способы подготовки сырья;
- выполнять расчет сырьевых материалов;
- отслеживать показания КИП, анализировать их, вносить коррективы в процесс;
- рассчитывать материальный баланс процесса;
- рассчитывать материальные потоки;
- определять основные параметры технологического режима;
- регистрировать и обрабатывать данные технологических процессов;

знать

- физические и химические свойства цветных металлов;
- виды сырья; способы подготовки сырья;
- основные физические и химические процессы в производстве цветных металлов;
- способы и технологию переработки сырьевых материалов;
- типовые технологические процессы производства основных цветных металлов, этапы и условия протекания технологических процессов;
- методы расчета материального баланса технологического процесса.

### 1.3. Количество часов на освоение программы профессионального модуля

<b>Формы освоения программы модуля ПМ.01</b>	<b>Часы</b>
Максимальная учебная нагрузка студента, в том числе:	<b>1184</b>
- обязательная аудиторная учебная нагрузка	805
- самостоятельная работа студента	379
- производственная практика	468
Всего	<b>1652</b>

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности Подготовка и ведение технологического процесса производства цветных металлов и сплавов, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

<b>Код</b>	<b>Наименование результата обучения</b>
<b>ПК 1.1</b>	Осуществлять подготовку исходного сырья к переработке
<b>ПК 1.2</b>	Вести технологический процесс по результатам анализов, показаниям контрольно-измерительных приборов (КИП).
<b>ПК 1.3</b>	Контролировать и регулировать технологический процесс
<b>ПК 1.4</b>	Использовать автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) в производстве цветных металлов и сплавов
<b>ПК 1.5</b>	Выполнять необходимые типовые расчеты.
<b>ОК1</b>	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
<b>ОК2</b>	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
<b>ОК3</b>	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
<b>ОК 4</b>	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
<b>ОК 8</b>	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.01

#### 3.1. Тематический план профессионального модуля

Коды профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля*	Всего часов (макс. учебная нагрузка и практики)	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса (курсов)					Практика производственная (по профилю специальности), часов
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося			Самостоятельная работа обучающегося		
			Всего, часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч., курсовой проект, часов	Всего, часов	в т.ч., курсовой проект, часов	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК 1.1. Осуществлять подготовку исходного сырья к переработке.	Раздел 1.Осуществление подготовки исходного сырья к переработке	572	389	150	40	183	19	*
ПК 1.2. Вести технологический процесс по результатам анализов, показаниям контрольно-измерительных приборов (КИП). ПК 1.3. Контролировать и регулировать технологический процесс. ПК 1.4. Использовать автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) в производстве цветных металлов и сплавов.	Раздел 2.Ведение и контроль технологического процесса для получения цветных металлов и сплавов	553	376	170		177		
ПК 1.5. Выполнять необходимые типовые расчеты	Раздел 3. Выполнение типовых расчётов	59	40	-		19		
	Производственная практика (по профилю специальности)	468						468
	Всего:	1652	805	320	40	379	19	468

### 3.2. Содержание обучения по профессиональному модулю

Наименование разделов профессионального модуля, междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа студентов, курсовой проект		Объем часов	Уровень освоения
1	2		3	
Раздел 1. Осуществление подготовки исходного сырья к переработке			572	
МДК.01.01. МЕТАЛЛУРГИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ				
Тема 1.1 Обогащение руд цветных металлов			6	
1.1.1 Основы геологии и горного дела	1.	<b>Содержание</b> Сведения о геологии, минералогии и петрографии. Цели и задачи обогащения. Геология – наука о Земле. Основная задача геологии, её значение для горно-металлургического производства. Цветная металлургия – крупнейший потребитель рудного сырья.		2
	2.	Месторождения и их классификация. Общие сведения о минералах. Происхождение минералов. Физические свойства, химический состав и формулы основных минералов. Классификация минералов по химическим и кристаллохимическим признакам. Основные типы руд. Классификация руд по вещественному составу, вкрапленности минералов, по прочности и твердости минералов.		2
	3.	Продукты обогащения. Схема обогащения Продукты обогащения: концентрат, хвосты, промежуточный продукт. Влияние качества концентрата на технико-экономические показатели металлургического производства. Показатели процесса обогащения: извлечение металлов, выход продуктов обогащения, степень обогащения. Методы и схемы обогащения. Подготовительные, обогатительные и вспомогательные процессы при переработке руд. Характеристика основных методов обогащения полезных ископаемых. Понятие о технологической схеме обогащения.		2
1.1.2. Рудоподготовка	<b>Содержание</b>		6	
	1.	Задачи дробления и измельчения. Работа дробления. Физические основы процессов дробления и измельчения. Динамика разрушения кусков руды при дроблении и измельчении. Степень и стадии дробления и измельчения. Закон дробления и его следствия. Классификация дробилок по способу разрушения кусков руды: щековые, конусные, валковые и ударного действия. Их устройство и принцип действия, область применения. Классификация мельниц по способу измельчения руды. Устройство, принцип действия и область применения мельниц: шаровых, стержневых, рудногалечных, вибрационных, струйных и самоизмельчения.		2
	2.	Назначение процесса грохочения, эффективность грохочения. Устройство и принцип работы грохотов. Просеивающие поверхности грохотов. Типы грохотов: колосниковые, валковые, барабанные, плоские качающиеся, полувибрационные, вибрационные и дуговые. Факторы, влияющие на работу грохотов.		2
	3.	Назначение гидравлической классификации. Устройство и принцип работы классификаторов. Понятие о равнопадаемости. Устройство, принцип действия и область применения гидравлических классификаторов		2
	<b>Практические занятия</b>		12	
	1.	Расчет технологических показателей обогащения		
	2.	Знакомство со способами опробования, усреднения и сокращения руд		
	3.	Изучение оборудования для подготовительных операций перед обогащением		

<b>1.1.3. Флотационный метод обогащения</b>	<b>Содержание</b>		4	
	1.	Теоретические основы флотации. Физико-химические свойства поверхности минералов. Смачиваемость минералов водой и другими жидкостями. Краевой угол смачивания. Процессы адсорбции поверхностно-активных веществ на границе раздела фаз. Скорость флотации.		2
	2.	Флотационные реагенты. Классификация флотационных реагентов: собиратели, пенообразователи, депрессоры, активаторы, регуляторы среды. Механизм действия реагентов. Флотационные машины: механические, пневматические и пневмомеханические. Их устройство и принцип действия, область применения. Преимущества и недостатки флотационных машин. Реагентные питатели. Контактные чаны. Назначение, устройство и принцип действия. Факторы, влияющие на процесс флотации: крупность материала, плотность и температура пульпы, реагентный режим, продолжительность флотации, состав воды, степень аэрации. Техника безопасности и охрана окружающей среды при использовании флотационного метода обогащения.		2
	<b>Практические занятия</b>		4	
	1.	Изучение оборудования для моно- и полиметаллических руд		
<b>1.1.4. Гравитационный метод обогащения</b>	<b>Содержание</b>		4	
	1.	Обогащение отсадкой, на концентрационных столах и шлюзах Физические основы обогащения отсадкой. Устройство и принцип действия отсадочных машин, область их применения и классификация. Обогащение на концентрационных столах. Устройство и принцип действия концентрационных столов. Факторы, влияющие на работу концентрационных столов. Преимущества и недостатки столов. Обогащение на шлюзах. Устройство и принцип действия шлюзов. Виды шлюзов.		2
	2.	Обогащение на винтовых, струйных и конусных сепараторах. Обогащение в тяжелых средах Обогащение на винтовом, струйном и конусном сепараторах. Устройство и принцип действия сепараторов. Понятие о тяжелых жидкостях и суспензиях. Физические основы процесса обогащения руд в тяжелых суспензиях. Требования, предъявляемые к тяжелым средам. Устройство и принцип действия тяжелосредных сепараторов. Техника безопасности и охрана окружающей среды при гравитационном методе обогащения.		2
	<b>Практические занятия</b>		4	
	1.	Изучение оборудования для гравитационного метода обогащения		
<b>1.1.5. Магнитный метод обогащения</b>	<b>Содержание</b>		4	
	1.	Физические основы магнитных методов обогащения. Магнитные поля и их свойства. Характеристика магнитного поля. Магнитные свойства минералов.		2
	2.	Магнитные сепараторы. Магнитные поля сепараторов. Классификация магнитных сепараторов: для слабомагнитных и сильномагнитных минералов. Устройство и принцип работы сепараторов. Техника безопасности при магнитном методе обогащения.		2
<b>1.1.6. Электрический метод обогащения</b>	<b>Содержание</b>		4	
	1.	Физические основы электрического обогащения. Электрические поля и их свойства. Характеристика электрического поля. Электрические свойства минералов. Способы зарядки минеральных частиц: ионизация, электризация трением.		2
	2.	Электрические сепараторы, электрические поля сепараторов. Классификация электрических сепараторов Устройство и принцип действия сепараторов. Техника безопасности при магнитном методе обогащения.		2
<b>1.1.7. Специальные методы обогащения</b>	<b>Содержание</b>		2	
	1.	Специальные методы обогащения Ручная сортировка. Радиометрическая, рентгенорадиометрическая сепарация. Устройство и принцип действия радиометрических сепараторов. Обогащение по различию в коэффициентах трения и форме зёрен. Область применения, устройство и принцип работы аппаратов. Обогащение на жировых поверхностях. Область применения, устройство и принцип действия оборудования. Избирательное дробление, измельчение и декрипация. Устройство		2



		и принцип действия оборудования.		
1.1.8. Обезвоживание руд	Содержание		4	
	1.	Назначение обезвоживания руд. Основы сгущения, фильтрования и сушки Назначение операций обезвоживания, их место в технологических схемах обогащения. Сгущение, фильтрация, сушка.		2
	2	Устройство и принцип работы оборудования для сгущения, фильтрования и сушки Устройство и принцип действия сгустителя, вакуум-фильтров, печей для сушки материала.		2
1.1.9. Генеральный план обогатительной фабрики	Содержание		2	
	1.	Назначение обогатительных фабрик, их типы, основные производственные цеха и отделения. Генеральный план обогатительной фабрики. Размещение оборудования на обогатительной фабрике. Отделения крупного, среднего и мелкого дробления. Отделения измельчения и флотации. Отделения сгущения, фильтрования и сушки. Отделения магнитного и гравитационного обогащения. Отделения сгущения, фильтрации и сушки. Подъемно-транспортные устройства, используемые в отделениях обогатительных фабрик.		2
1.1.10. Технология обогащения руд	Содержание		8	
	Практические занятия			
	1.	Обогащение медных руд		
	2.	Обогащение свинцово-цинковых, никелевых руд		
	3.	Обогащение оловянных, молибденовых и вольфрамовых руд		
Тема 1.2. Металлургия цветных металлов				
1.2.1. Методы и задачи металлургии	Содержание		2	
	1.	Методы и задачи металлургии. Металлургия как отрасль промышленности и как наука. Исторические сведения о развитии металлургии в России. Роль металлов в развитии человеческого общества. Связь металлургии с другими дисциплинами. Место металлургии в общем цикле металлургического производства, охватывающего геологию, горное дело, обогащение, собственно металлургию, металлообработку и экономику металлургического развития.		2
1.2.2. Общие вопросы металлургии	Содержание		4	
	1.	Сырье для получения цветных металлов. Определение руды и горной породы. Рудные минералы и пустая порода. Классификация рудных месторождений. Вторичное сырье цветных металлов. Роль вторичного сырья в общем балансе производства цветных металлов. Рациональная переработка вторичного сырья. Обогащение руд цветных металлов, его экономическое значение для металлургического производства. Продукты обогащения: концентраты, хвосты и промпродукты. Преимущества переработки концентрата по сравнению с рудой.		2
	2.	Принципы и методы металлургии. Задачи металлургического производства. Металлургические процессы и их классификация. Пирометаллургические, гидрометаллургические и электрометаллургические процессы. Их особенности и разновидности. Требования к металлургическому процессу. Основные подготовительные операции: дробление и измельчение сырьевых материалов, сортировка их по крупности, обогащение руд, сушка или увлажнение, приготовление шихты, окускование шихтовых материалов. Шихта и ее составляющие. Флюсы и их выбор. Основные требования к шихте. Методы приготовления шихты. Основные виды шихтарников и принцип их работы. Хранение и транспортировка материалов на металлургических заводах.		2
	Практические занятия			
	1.	Знакомство с оборудованием обжигания	8	
	2.	Изучение технологии и оборудования пылегазоочистки		

1.2.3. Металлургия меди	<b>Содержание</b>		12	
	1.	Медь, ее свойства и область применения. Производство меди в России и перспективы его развития. Медные руды и минералы. Обогащение медных руд. Способы переработки медных руд и концентратов. Принципиальная технологическая схема пирометаллургии меди.		2
	2.	Окислительный обжиг медных руд и концентратов. Цели обжига. Конструкция печи для обжига в кипящем слое. Механизм образования кипящего слоя. Использование газов процесса обжига для производства серной кислоты и минеральных удобрений.		2
	3.	Плавка медных руд и концентратов на штейн. Характеристика медных штейнов. Шлаки медной плавки. Потери меди со шлаками и пути их снижения. Методы плавки на штейн. Плавка в отражательной печи. Механизм отражательной плавки и сопровождающие ее химические процессы. Десульфуризация при плавки сырых и обожженных концентратов. Конструкция отражательной печи. Техничко-экономические показатели процесса. Преимущества и недостатки отражательной плавки. Плавка медного сырья в электрических рудно-термических печах. Устройство и принцип работы рудно-термических печей. Техничко-экономические показатели процесса. Шахтная плавка медного сырья. Разновидности шахтных плавков и области их применения. Конструкция шахтной печи.		2
	4.	Конвертирование медных штейнов, цели и задачи. Химические процессы, сопровождающие конвертирование в первом и втором периодах. Продукты конвертирования медных штейнов. Конверторные шлаки и их дальнейшая переработка. Устройство и принцип работы конвертера. Техничко-экономические показатели процесса. Черновая медь и ее состав. Влияние примесей на электротехнические и механические свойства меди. Необходимость обязательного рафинирования меди.		2
	5.	Огневое рафинирование черновой меди. Цель и задачи процесса. Поведение примесей при огневом рафинировании. Применяемое оборудование. Стадии процесса. Продукты огневого рафинирования и их дальнейшая переработка. Состав анодной меди. Электролитическое рафинирование меди. Катодный и анодный процессы. Состав электролита. Поведение примесей при электролизе меди. Основные ТЭП процесса. Устройство и принцип работы электролизных ванн. Понятие о регенерации электролита. Мероприятия по охране труда и ТБ на медеплавильных и медеаффинировочных заводах. Общая характеристика и области применения гидрометаллургических процессов при производстве меди. Основные стадии технологии. Растворители и их выбор. Кучное и подземное выщелачивание. Извлечение меди из растворов. Краткие сведения о производстве вторичной меди. Основные разновидности и способы переработки вторичного сырья на черновую медь и медные сплавы. Применяемое оборудование.		2
	<b>Практические занятия</b>		20	
	1.	Расчет фазового состава медной руды		
	2.	Расчет выхода огарка после обжига в КС медных сульфидных минералов		
	3.	Расчет состава и количества штейна, полученного при плавке		
	4.	Расчет состава и количества шлака		
	5.	Материальный баланс плавки		
1.2.4. Металлургия никеля	<b>Содержание</b>		10	
	1.	Никель, его свойства и области применения. Сырье для получения никеля. Производство никеля в России. Принципиальная технологическая схема пирометаллургической переработки сульфидных медно-никелевых руд. Подготовка руд к плавке. Принципиальная технологическая схема переработки окисленных никелевых руд.		2
	2.	Плавка на штейн. Технологическая характеристика процесса. Продукты плавки и их переработка. Техничко-экономические показатели процесса. Конвертирование медно-никелевых штейнов. Химические особенности процесса. Продукты процесса. Обеднение конверторных шлаков. Техничко-экономические показатели процесса. Разделение медно-никелевого файнштейна. Методы разделения меди и никеля. Флотационное разделение. Подготовка файнштейна к флотации и ее результаты. Продукты разделения и их дальнейшая переработка. Подготовка окисленных никелевых руд к плавке. Брикетирование никелевых руд. Устройство и принцип работы пресса. Агло-		2

		мерация никелевых руд. Физико-химические основы процесса. Сравнительные технико-экономические показатели процессов брикетирования и агломерации. Восстановительная сульфидирующая плавка. Сульфидирующие добавки и их выбор. Продукты плавки. Состав никелевых штейнов. Конструкция шахтной печи. Конвертирование никелевых штейнов. Продукты конвертирования. Состав никелевого файнштейна.		2
	3.	Получение черного никеля. Электролитическое рафинирование никеля Обжиг богатых никелем концентратов. Применяемое оборудование. Плавка закиси никеля на черновой металл. Состав анодного никеля. Электролитическое рафинирование никеля. Сущность и особенности процесса. Анодный и катодный процессы. Очистка электролита от меди, железа и кобальта. Продукты процесса. Устройство электролизной ванны. Назначение и принцип работы диафрагмы. Две стадии обжига никелевого файнштейна, сопровождающие их химические процессы, Применяемое оборудование. Продукты обжига. Восстановительная плавка закиси никеля в дуговых электрических печах. Грануляция никеля. Состав товарного никеля. Преимущества и недостатки технологии получения металлического никеля из окисленных никелевых руд.		
	4.	Гидрометаллургическая переработка никелевых руд. Разновидности гидрометаллургических процессов, их преимущества, недостатки и основные технико-экономические показатели процесса. Безотходные и ресурсосберегающие технологии получения никеля. Мероприятия по охране труда и ТБ на никелевых предприятиях.		
1.2.5. Metallurgy of lead	<b>Содержание</b>		6	
	1.	Свинец, его свойства и применение в народном хозяйстве. Свинцовые руды и концентраты. Производство свинца в России. Способы получения свинца. Принципиальная технологическая схема переработки свинцовых концентратов.		2
	2.	Агломерирующий обжиг свинцовых концентратов. Состав шихты для агломерации и ее приготовление. Технико-экономические показатели процесса. Восстановительная плавка свинцового агломерата в шахтных печах. Поведение компонентов при плавке. Продукты плавки. Особенности конструкции шахтных печей для свинцовой плавки. Комплексная переработка шлаков свинцовой плавки. Фьюмингование. Продукты фьюмингования. Конструкция фьюминговых печей и принцип работы. Вальцевание, продукты вальцевания и применяемое оборудование. Электротермия, продукты процесса, оборудование. Недостатки вальцевания. Краткие сведения о процессе КИВИТ-ЦС.		2
	3.	Рафинирование черного свинца. Цель рафинирования. Пирометаллургическое и электролитическое рафинирование черного свинца. Безотходные и ресурсосберегающие технологии производства свинца. Мероприятия по охране труда и ТБ при производстве свинца		2
	<b>Практические занятия</b>		4	
	1.	Расчет состава сульфидных и окисленных свинцовых концентратов		
1.2.6. Metallurgy of zinc	<b>Содержание</b>		6	
	1.	Цинк, его свойства и области применения. Сырье для получения цинка. Цинковые руды, концентраты и минералы. Производство цинка в России.		2
	2.	Способы получения цинка: пиро- и гидрометаллургический. Краткие сведения о пирометаллургическом способе. Гидрометаллургия цинка. Принципиальная технологическая схема процесса. Основные стадии процесса и их назначение. Окислительный обжиг цинковых концентратов. Химические процессы, сопровождающие его. Применяемое оборудование. Выщелачивание обожженных цинковых концентратов. Поведение компонентов концентрата при проведении процесса. Нейтральное и кислое выщелачивание. Продукты выщелачивания. Оборудование для выщелачивания.		2
	3.	Очистка сернокислых цинковых растворов: гидролитическая очистка от железа, цементация меди и кадмия, химическая очистка от кобальта. Электролитическое осаждение цинка из растворов. Состав электролита, их поведения при электролизе. Перенапряжение водорода. Оборудование для электролиза цинка. Мероприятия по охране труда и ТБ при производстве цинка.		2
1.2.7. Metallurgy of noble metals	<b>Содержание</b>		4	
	1.	Общие сведения о благородных металлах, их важнейшие свойства и области применения в народном хозяйстве.		2

		Золотосодержащие руды. Формы нахождения золота в рудах. Гравитационные методы извлечения золота. Устройство и принцип работы шлюзов, отсадочных машин, концентрационного стола и драги.		
	2.	Сущность и физико-химические основы амальгамации. Применяемое оборудование. Продукты амальгамации и их переработка. Извлечение золота цианированием. Растворимость золота и сопутствующих ему элементов в растворах цианистых солей. Способы цианирования. Общие принципы аффинажа благородных металлов. Мероприятия по охране труда и ТБ при производстве золота.		2
1.2.8. Metallurgy редких металлов	Содержание		10	
	1.	Редкие металлы и их роль в народном хозяйстве. Классификация редких металлов. Свойства вольфрама и его основные соединения. Руды вольфрама и его минералы. Обогащение вольфрамовых руд. Вольфрамитовые и шеелитовые концентраты.		2
	2.	Разложение вольфрамсодержащих концентратов. Спекание концентратов. Применяемое оборудование. Выщелачивание спека. Очистка растворов от примесей. Выделение вольфрама из растворов. Очистка технической вольфрамовой кислоты. Кальцинация кислоты. Производство металлического вольфрама. Восстановление триоксида вольфрама водородом или углеродом. Устройство и принцип работы печей толкательного типа. Производство компактного вольфрама. Процессы прессования, спекания, сварки и механической обработки вольфрамовыхштабиков. Мероприятия по охране труда и ТБ при производстве вольфрама.		2
	3.	Свойства молибдена и его основных химических соединений. Промышленные минералы. Состав и качество молибденовых концентратов.		2
	4.	Обжиг молибденовых концентратов, поведение молибдена и рения при обжиге. Очистка молибденового огарка от примесей. Получение молибденового порошка. Получение компактного молибдена. Мероприятия по охране труда и ТБ при производстве молибдена.		2
	Содержание			
1.2.9. Metallurgy легких металлов	1.	Metallurgy алюминия Алюминий и его свойства. Значение алюминия для народного хозяйства. Области применения алюминия и его сплавов. Производство алюминия в России и перспективы его развития. Принципиальная технологическая схема переработки алюминиевых руд. Получение глинозема способом Байера. Выщелачивание боксита. Факторы, влияющие на выщелачивание. Сгущение и промывка красного шлама. Декомпозиция алюминатных растворов. Роль затравки. Кальцинация гиббсита. Температурный режим и применяемое оборудование. Электролитический способ получения алюминия из глинозема. Его сущность и основные электрохимические процессы. Состав электролита. Конструкции электролизных ванн и анодов. Контроль процесса электролиза, обслуживание электролизеров. Разливка технического алюминия. Техничко-экономические показатели процесса электролиза. ГОСТ на алюминий. Способы рафинирования алюминия. Краткие сведения о переработке вторичного алюминиевого сырья. Разновидности вторсырья. Методы переработки его на алюминиевые сплавы. Мероприятия по охране труда и ТБ при производстве алюминия.	9	2
	2.	Metallurgy магния Свойства магния. Применения магния в народном хозяйстве. Промышленные руды и минералы магния. Вода морей, океанов и соляных озер как сырье для получения магния. Методы получения металлического магния. Обезвоживание карналлита. Устройство и принцип действия оборудования для обезвоживания карналлита. Производство магния способом электролиза. Состав и свойства электролита. Электрохимические основы процесса электролиза магния. Катодный и анодный процессы. Диафрагменные и бездиафрагменные магниевые электролизеры. Их устройство и принцип работы. Питание ванн электролитом, регулирование температуры. Техничко-экономические показатели процесса. Рафинирование магния. Разливка магния и защита его от коррозии. Краткие сведения о производстве магния силикотермическим и углетермическим методами. Мероприятия по охране труда и ТБ при производстве магния.		2

	3.	Металлургия титана Титан и его свойства. Сырье для получения титана. Принципиальная технологическая схема получения губчатого титана. Первичная переработка ильменитовых концентратов восстановительной плавкой на титаносодержащий шлак и чугуны. Применяемое оборудование. Получение тетрахлорида титана. Подготовка сырья к хлорированию. Устройство хлораторов и принцип работы. Конденсация тетрахлорида титана и его первичная очистка от примесей. Сущность процесса ректификации. Устройство и принцип работы ректификационной колонны. Восстановление тетрахлорида титана магнием. Продукты процесса восстановления. Устройство и обслуживание реторты. Очистка титановой губки от примесей. Кооперирование титанового и магниевых производств на стадии получения губчатого титана. Мероприятия по охране труда и ТБ при производстве титана.		2
<b>Тема 1.3 Производство благородных металлов из золотосодержащих руд и концентратов</b>				
<b>1.3.1 Рудоподготовка золотосодержащих руд к обогащению</b>	<b>Содержание</b>		44	
	1.	Общие сведения о благородных металлах. Производство и применение благородных металлов		2
	2.	Физические и химические свойства благородных металлов		2
	3.	Поведение благородных металлов в различных средах		2
	4.	Сплавы благородных металлов		2
	5.	Руды и минералы золота, серебра. Форма нахождения золота, серебра в рудах		2
	6.	Компоновка технологических схем переработки золотосодержащих руд.		2
	7.	Сведения о назначении рудоподготовки. Степень дробления, характеристика методов дробления и измельчения		2
	8.	Оборудование для крупного дробления		2
	9.	Конусные дробилки		2
	10.	Принцип работы валковых и молотковых дробилок. Назначение в технологических схемах обогащения		2
	11.	Классификация барабанных мельниц. Мельница с центральной разгрузкой		2
	12.	Шаровые мельницы с разгрузкой через решетку. Стержневые мельницы.		2
	13.	Футеровка мельниц. Дробящая среда стержневых и шаровых мельниц		2
	14.	Мельницы самоизмельчения сухого и мокрого измельчения		2
	15.	Критическая скорость при измельчении, производительность мельниц, эффективность измельчения		2
	16.	Теоретические основы грохочения и классификации продуктов рудоподготовки		2
	17.	Классификация грохотов. Неподвижный колосниковый грохот, дуговой грохот, грохот самобалансный		2
	18.	Грохот инерционный, барабанный, бутары. Рабочая поверхность грохотов		2
	19.	Эксплуатация грохотов		2
	20.	Гидравлические и механические классификаторы, используемые на ЗИФ для разделения измельченных продуктов по крупности		2
	21.	Характеристика пяти разновидностей гидроциклонов, принцип работы		2
	22.	Двухпродуктовый конический гидроциклон, батарейные гидроциклоны, трехпродуктовый гидроциклон, турбоциклон		2
	<b>Практические занятия</b>			
	1.	Технологическая схема золотоизвлекательной фабрики с технологией обогащения флотацией	2	
	2.	Принцип работы, конструктивные элементы, сравнительная характеристика оборудования для дробления упорных золотосодержащих руд	2	
	3.	Принцип работы, конструктивные элементы, сравнительная характеристика работы валковых и молотковых дробилок	2	

	4.	Принципиальная схема установки мельницы сухого самоизмельчения. Оборудование для измельчения	4	
	5.	Оборудование дробления и измельчения в цехах рудоподготовки изолитоизвлекающих фабрик на примере «Тасеевской» ЗИФ	2	
	6.	Организация работы в отделении измельчения. Схема цепи аппаратов измельчительного цеха ЗИФ	2	
	7.	Оборудование грохочения, конструктивные элементы, принцип работы	2	
	8.	Классификаторы в цехах рудоподготовки изолитоизвлекающих фабрик на примере «Тасеевской» ЗИФ	2	
	9.	Гидроциклоны в цехах рудоподготовки изолитоизвлекающих фабрик на примере «Тасеевской» ЗИФ	2	
1.3.2 Гравитационное обогащение россыпных месторождений золотосодержащих руд	<b>Содержание</b>		20	
	1.	Методы обогащения золотосодержащих руд. Гравитационное обогащение. Устройство и работа драг, отсадочных машин.		
	2.	Диафрагмовая высокочастотная машина. Беспоршневая отсадочная машина.		
	3.	Отсадочная машина с воронкообразными поршнями. Эксплуатация отсадочных машин.		
	4.	Обогащение на шлюзах. Схема обогащения россыпей		
	5.	Промывка, как метод обогащения золотосодержащих руд. Переработка шлихов		
	6.	Теоретические основы обогащения гравитацией на концентрационных столах		
	7.	Сотрясательный концентрационный стол. Трехярусный концентрационный стол		
	8.	Гравитационное обогащение на винтовых сепараторах		
	9.	Струйные и конусные сепараторы		
	10.	Обогащение в тяжелых суспензиях		
	<b>Практические занятия</b>		2	
	1.	Гравитационное обогащение в технологических схемах переработки золотосодержащих руд на примере ЗИФ месторождения «Благодатное». Отсадочные машины. драги»		
	2.	Оборудование гравитации отсадкой, в шлюзах, промывкой. Принцип работы, конструктивные элементы гравитационного оборудования	2	
	3.	Оборудование гравитации на концентрационных столах, винтовых сепараторах, струйных сепараторах, конусных сепараторах	2	
1.3.3. Флотационное обогащение золотосодержащих руд	<b>Содержание</b>		14	
	1.	Схемы обогащения золотосодержащих руд флотацией, флотацией с отсадкой, флотацией и гравитацией с цианированием (комбинированная), флотацией и цианированием		
	2.	Вещественный состав. Проба руды. Определение минимального веса пробы.		
	3.	Теоретические основы флотации. Флотационные реагенты. подготовка пульпы к флотации. Контактный чан		
	4.	Флотационные машины. Конструктивные элементы. Условия эффективной работы флотационной машины		
	5.	Обезвоживание продуктов флотации и гидрометаллургии. Сгущение. Факторы, влияющие на сгущение. Схема процесса сгущения в сгустителе с центральным приводом		
	6.	Сгустители. Принцип работы и их обслуживание		
	7.	Фильтрация продуктов обогащения. Типы фильтров: барабанные, дисковые, вакуум-фильтры. Сушка продуктов фильтрации печат КС, трубчато-вращающихся печат		
	<b>Практические занятия</b>		2	
	1.	Расчет схемы разделки проб для ЗИФ работающей по схеме: флотация – цианирование, с весьма равномерно распределенным мелким золотом		
	2.	Флотационный передел ЗИФ на примере «Тасеевской» ЗИФ согласно аппаратурно-технологической схемы с учетом иловой флотации и переливной флотации	2	
	3.	Оборудование сгущения, принцип действия, конструктивные элементы. Сравнительная оценка эффективности ра-	2	

		боты сгустителей		
	4.	Оборудование фильтрации и сушки, принцип действия, конструктивные элементы. Сравнительная оценка эффективности работы сушильного оборудования	2	
1.3.4 Гидрометаллургическая переработка золотосодержащих руд и концентратов	<b>Содержание</b>		36	
	1.	Гидрометаллургическая переработка золотосодержащих руд и концентратов в технологических схемах золотоизвлекательных фабрик. Выбор схем основных операций		2
	2.	Технологическая схема переработки золотосодержащих руд с крупным золотом, находящемся в свободном виде и в рубашке		2
	3.	Технологическая схема переработки окисленных золотосодержащих руд (шламистых, глинистых)		2
	4.	Механическая подготовка руды к гидрометаллургическому процессу		2
	5.	Цианирование золотосодержащих продуктов обогащения. Химизм, кинетика процесса. Факторы, влияющие на процесс цианирования		2
	6.	Потери цианида при цианировании. «Утомляемость растворов»		2
	7.	Практика цианирования. Метод перколяции (просачивания). Метод кучного выщелачивания		2
	8.	Технологическая схема цианирования агитацией( перемешиванием)		2
	9.	Разделение золотосодержащих пульп декантацией фильтрацией. Аппаратурное оформление		2
	10.	Выделение золота из цианистых растворов. Цементация цинком. Практика цементации		2
	11.	Технология сорбционного выщелачивания с применением смол		2
	12.	Закономерности сорбционного выщелачивания		2
	13.	Практика сорбционного выщелачивания. Аппаратура сорбционного выщелачивания смолами		2
	14.	Регенерация смолы		2
	15.	Электролитическое выделение золота из тиомочевинного элюата		2
	16.	Извлечение золота сорбцией на активированных углях. Применение активированных углей		2
	17.	Обезвреживание сточных вод ЗИФ		2
	18.	Методы обезвреживания сточных вод ЗИФ		2
	<b>Практические занятия</b>		2	
	1.	Составить технологическую схему переработки кварцево-сульфидных руд, используя блок-схемы № 1, № 2, № 3, № 4		
	2.	Разработать технологическую схему переработки золотосодержащих руд по полному иловому процессу, измельчая руду до -0,074мм, используя агитацию, перемешивание и сорбционное выщелачивание		2
	3.	Разработать технологическую схему переработки золотосодержащих руд с раздельным цианированием песков и илов, полученных на стадии измельчения. Пески цианируют перколяцией (просачиванием) или кучным выщелачиванием. Илы перерабатывают сорбционным выщелачиванием		2
	4.	Оборудование цианирования. Принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы		2
	5.	Составить технологическую схему регенерации смолы сорбционного выщелачивания		2
	6.	Аппаратура регенерации смолы. Схема цепи аппаратов		2
	7.	Устройство электролизной ванны для выделения золота из растворов		2
1.3.5 Технология переработки упорных золотосодержащих руд	<b>Содержание</b>		8	
	1.	Особенности переработки упорных руд		2
	2.	Технология переработки кварцево-сульфидной руды		2
	3.	Технология переработки золотосодержащих руд с использованием сорбционного цианирования		2
	4.	Технология переработки золотосодержащих руд с использованием гравитационного и флотационного обогащения, сорбционного цианирования		2

	<b>Практические занятия</b>		4	
	1.	Технологическая схема переработки кварцево-сульфидной руды с тонковкрапленным золотом ( Тасеевское место- рождение золота)		
	2.	Технологическая схема переработки золотосодержащей руды.месторождение «Титимухта»		
	3.	Технологическая схема переработки золотосодержащей руды месторождения «Благодатное»		
<b>1.3.6 Аффинаж благородных ме- таллов</b>	<b>Содержание</b>		10	2
	1.	Методы переработки гравитационных концентратов с целью извлечения золота		
	2.	Аффинаж золота и серебра. Характеристика сырьевой базы. Электролиз серебра		
	3.	Электролитическое получение золота на аффинажных заводах		
	4.	Добыча и обогащение платинового сырья. Переработка шлихов и концентратов, содержащих благородные метал- лы		
	5.	Семинарское занятие по теме «Аффинаж золота»		
	<b>Практические занятия</b>		2	
	1.	Переработка платиновых концентратов с целью получения золота, платины, палладия, родия, рутения, иридия, серебра		
<b>Тема 1.4. История развития цвет- ной металлургии</b>				
<b>1.4.1 Зарождение металлургическо- го производства</b>	<b>Содержание</b>		6	2
	1.	Закономерности появления и развития металлургии		
	2.	Древние металлы		
	3.	Из истории металлургии		
	<b>Практические занятия</b>		2	
	1.	Отметить на контурной карте месторождения полезных ископаемых		
<b>1.4.2 Металлургия древности</b>	<b>Содержание</b>		6	2
	1.	Металлы и исторические эпохи		
	2.	Ресурсы металлов и развитие цивилизации		
	3.	Металлургия средневековья. Алхимия и её возникновение		
	<b>Практические занятия</b>		2	
	1.	Подготовка презентации в PowerPoint на тему «Древние металлы»		
<b>1.4.3 Развитие цветной металлур- гии</b>	<b>Содержание</b>		16	2
	1.	Алюминий и развитие способов его получения. Применение алюминия и его сплавов		
	2.	Открытие магния и его использование		
	3.	Металлургия в дореволюционной России		
	4.	Развитие металлургической промышленности в первой половине 20 века		
	5.	Металлургический комплекс России. История развития КрАЗа		
	6.	Современное состояние металлургии в России. Металлургические заводы России		
	7.	Цветная металлургия России и мира на рубеже веков		
	<b>Практические занятия</b>		6	
	1.	Отметить на контурной карте предприятия цветной металлургии		
2.		Сравнительная характеристика отечественных предприятий цветной металлургии		
<b>Самостоятельная работа при изучении раздела</b>			183	
<b>Примерная тематика внеаудиторной самостоятельной работы</b>				
Выполнение аппаратурно-технологических схем и эскизов оборудования				



Оформление практических работ и подготовка к защите Подготовка рефератов, докладов и учебно-исследовательских работ по индивидуальным заданиям			
<b>Раздел 2. Введение и контроль технологического процесса при производстве цветных металлов и сплавов</b>			
<b>МДК.01.02. МЕТАЛЛУРГИЯ ЛЕГКИХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ</b>		<b>553</b>	
<b>Тема 2.1 Производство глинозёма</b>			
<b>2.1.1 Введение</b>	<b>Содержание</b>		
	1.	Химические и физические свойства алюминия. Области применения алюминия, его роль в современной технике. Возникновение и развитие алюминиевой промышленности. Роль русских и советских ученых в развитии металлургии алюминия.	2
	2.	Распределение алюминия в природе. Основные минералы, содержащие алюминий. Минералы первичного и вторичного происхождения. Бокситы - важнейшая алюминиевая руда. Состав и свойства бокситов. Стандарт на боксит, комплексный показатель качества. Характеристика важнейших месторождений бокситов. Характеристика нефелинов, алунитов, глин и каолинов, как исходного сырья для получения глинозема и других продуктов. Важнейшие месторождения нефелинов, алунитов, глин и каолинов. Каменноугольные золы, отходы от обогащения каменных углей, металлургические глиноземные шлаки и серициты, как возможное сырье для получения глинозема.	2
<b>2.1.2 Соединения алюминия, алюминатные растворы</b>	<b>Содержание</b>		
	1.	Полиморфные разновидности безводного оксида алюминия, их свойства и получение. Гидрооксиды алюминия - бемит, диаспор, гиббсит, байерит. Свойства гидрооксидов. Отношение к нагреву, растворам щелочей и кислотам.	2
	2.	Алюминаты и алюминатные растворы, их получение и свойства. Природа алюминатных растворов. Виды щелочей в алюминатных растворах. Концентрация и модуль алюминатных растворов.	2
	3.	Диаграмма равновесных состояний системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ . Ее построение, анализ, изотермы	2
	4.	Стойкость алюминатных растворов. Влияние температуры, примесей, концентрации щелочи и каустического модуля на стойкость алюминатных растворов. Способы получения глинозема. Технические требования к глинозему. Марки глинозема и области его применения.	2
	<b>Практические занятия</b>		
	1.	Решение задач на стойкость алюминатных растворов	4
<b>2.1.3 Получение глинозема способом Байера</b>	<b>Содержание</b>		
	1.	Общая схема способа Байера. Подготовка боксита Общая схема способа Байера. Цикл процесса Байера в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ . Подготовка бокситов в способе Байера. Дробление и измельчение боксита. Дозировка оборотного раствора извести. Понятие о пульпе. Аппаратурно-технологические схемы дробления и измельчения. Технологический режим.	2
	2.	Выщелачивание боксита. Влияние факторов на выщелачивание. Выщелачивание боксита. Назначение выщелачивания. Поведение при выщелачивании соединений алюминия, железа, кремния и титана, а также примесей, присутствующих в боксите. Поведение карбонатов при выщелачивании.. Теоретически и практически достижимый выход глинозема при выщелачивании. Расчетные формулы выходов глинозема при выщелачивании. Механизм процесса выщелачивания. Влияние тонины помола боксита, температуры выщелачивания, концентрации и каустического модуля оборотного раствора на полноту и скорость извлечения глинозема при выщелачивании. Роль добавки извести при выщелачивании. Режим процесса.	2
	3.	Разбавление автоклавной пульпы. Основы сгущения шлама Разбавление автоклавной пульпы. Назначение разбавления пульпы. Теоретические основы сгущения. Зоны сгуще-	2

2.1.4 Получение глинозема способом спекания		ния. Факторы, влияющие на процесс сгущения шлама.		2
	4.	Декомпозиция алюминатных растворов. Влияние факторов на декомпозицию Теоретические основы процесса декомпозиции. Удельный съём глинозема при декомпозиции Затравочное отношение. Влияние на декомпозицию температуры, каустического модуля, концентрации алюминатного раствора, примесей, количества и качества затравки. Степень разложения раствора при декомпозиции. Технологический режим декомпозиции при получении глинозема мучнистого и песчаного типов.		
	5.	Каустификация соды Назначение каустификации. Отделение соды от оборотного раствора. Теоретические основы известковой каустификации. Регенерация глинозема из белого шлама.		
	6.	Кальцинация гиббсита Назначение кальцинации. Теоретические основы процесса. Температурные основы в печи кальцинации.		
	<b>Практические занятия</b>		16	
	1.	Расчет технологических показателей по способу Байера		
	2.	Аппаратурно-технологическая схема дробления и измельчения боксита		
	3.	Аппаратурно-технологическая схема выщелачивания боксита		
	4.	Аппаратурно-технологическая схема сгущения и промывки шлама		
	5.	Аппаратурно-технологическая схема сгущения и фильтрации гиббсита		
	6.	Аппаратурно-технологическая схема каустификации соды		
	7.	Аппаратурно-технологическая схема кальцинации боксита		
	<b>Содержание</b>		8	2
	1.	Общая характеристика способа. Подготовка шихты. Спекание шихты Общая характеристика способа спекания. Технологическая схема способа Подготовка шихты к спеканию. Дробление, размол и корректировка шихты. Щелочной и кальциевой модуль шихты. Стехиометрически насыщенная и не-насыщенная шихта. Расчет шихты. Спекание шихты. Теоретические основы спекания шихты. Механизм спекообразования. Температурный интервал спекообразования. Химические взаимодействия между отдельными компонентами шихты при спекании, требования, предъявляемые к спеку.		
	2.	Выщелачивание спека. Факторы, влияющие на выщелачивание спека. Способы выщелачивания. Взаимодействие компонентов спека с водой, с растворами алюмината натрия, едкого натра и соды. Химический выход глинозема и щелочи при выщелачивании спека. Вторичные потери глинозема и щелочи. Влияние на выщелачивание качества спека, степени дробления, концентрации алюминатного раствора, температуры выщелачивания, продолжительность процесса. Проточный и агитационный способы выщелачивания		
	3.	Обескремнивание алюминатного раствора Назначение обескремнивания. Сущность процесса. Обескремнивание без химически действующих добавок и с добавками. Глубина обескремнивания. Кремниевый модуль раствора. Влияние на глубину и скорость обескремнивания концентрации раствора, продолжительности процесса, температуры, примесей. Потери глинозема при обескремнивании. Двухстадийноеобескремнивание. Регенерация глинозема из известкового шлама.		2
	4.	Карбонизация алюминатного раствора Сущность карбонизации. Поведение кремнезема при карбонизации. Влияние на чистоту гидроксида алюминия, его крупность и продолжительность карбонизации температуры, концентрации диоксида углерода в газах, перемешивания, полноты карбонизации. Способы карбонизации. Периодическая и непрерывная карбонизация.		2
	<b>Практические занятия</b>		12	
	1.	Расчет технологических показателей по способу спекания		
	2.	Аппаратурно-технологическая схема спекания шихты		
	3.	Аппаратурно-технологическая схема выщелачивания спека		

	4.	Аппаратурно-технологическая схема обескремнивания алюминатного раствора		
	5.	Аппаратурно-технологическая схема карбонизации алюминатного раствора		
2.1.5 Комбинированные способы получения глинозема	Содержание		6	
	1.	Параллельный вариант способа Байер-спекание. Технологическая схема параллельного варианта, его особенности и преимущества. Соотношение мощностей ветвей Байер и спекания. Применение двухкомпонентной шихты для спекания. Последовательный вариант способа Байер-спекание. Технологическая схема последовательного варианта, его преимущества. Фильтрация и спекание красного шлама с известняком и содой. Особенности технологического режима. Требования к составу красного шлама. Спекание шламов с высоким содержанием оксида железа. Выщелачивание спека в последовательной схеме Байер-спекание, устройство и работа трубчатого выщелачивателя, его обслуживание. Конструкция карусельных фильтров		2
	2.	Комбинированный гидрощелочной способ переработки высококремнистых бокситов. Выщелачивание красного шлама. Кристаллизация алюмината натрия. Переработка высококремнистых бокситов по способу Байера с предварительным химическим обогащением.		2
	Практические занятия		2	
	1.	Аппаратурно-технологическая схема комбинированных способов получения глинозема		
2.1.6 Получение глинозема из нефелинов	Содержание		12	
	1.	Общая характеристика и технологическая схема переработки нефелиновых руд и концентратов способом спекания. Обогащение нефелиновых руд: Физико-химические процессы при спекании. Технологический режим спекания		2
	2.	Состав нефелиновогоспека. Требования к спеку. Агитационный и проточный методы выщелачивания, двухстадийное выщелачивание.		2
	3.	Обескремнивание алюминатного раствора в содовой и содово-щелочной ветви.		2
	4.	Карбонизация алюминатного раствора.Разложение алюминатных растворов. Режим карбонизации. Устройство и принцип работы карбонизаторов.		2
	5.	Переработка содо-поташных растворов Состав раствора. Технологическая схема переработки. Концентрационная выпарка раствора, выделение из него соды, двойной соли, сульфата калия, хлорида калия и поташа. Режимные условия переработки содо-поташных растворов.		2
	Практические занятия		8	
	1.	Аппаратурно-технологическая схема выщелачивания нефелиновыхспеков		
	2.	Аппаратурно-технологическая схема обескремнивания алюминатного раствора		
	3.	Аппаратурно-технологическая схема карбонизации алюминатного раствора		
	4.	Аппаратурно-технологическая схема переработки содо-поташных растворов		
2.1.7.Получение глинозема из алунитов	Содержание		6	
	1.	Характеристика и месторождения алунитовых руд. Технология аммиачно - щелочного способа переработки алунитов. Дробление, размол и обжиг алунитовой руды, обработка её раствором аммиака. Выщелачивание осадка. Обескремнивание раствора и его декомпозиция. Достоинства и недостатки процесса.		2
	2.	Технологическая схема восстановительного способа переработки алунитов. Дробление и размол алунитовой руды. Обжиг и восстановление руды, физико-химические основы процессов. Температурный режим обжига и восстановления. Выщелачивание восстановленной алунитовой руды. Извлечение глинозема при выщелачивании. Отделение алюминатного раствора от алунитового шлама. Обескремнивание раствора и его декомпозиция. Выпарка маточного раствора.		2
	Практические занятия		4	

	1.	Аппаратурно-технологическая схема аммиачно-щелочного способа переработки алунитов		
	2.	Аппаратурно-технологическая схема восстановительного способа переработки алунитов		
2.1.8 Получение глинозема из глин, шлаков и другого сырья	<b>Содержание</b>		8	
	1.	Восстановительная плавка глиноземсодержащего сырья. Продукты плавки. Переработка алюмокальциевого шлама. Недостатки способа.		2
	2.	Способ спекания глиноземсодержащего сырья с известняком. Спекание шихты. Выщелачивание спека. Применение к переработке высококремнистого сырья кислотных способов. Общая характеристика кислотных способов. Основные переделы кислотных способов: дегидратация руды, разложение сырья растворами кислот, очистка алюминиевых солей от соединений железа. Комбинированный кислотный способ. Преимущества и недостатки кислотных способов. Кислотно-щелочные способы получения глинозема.		2
	3.	Осуществление в нашей стране безотходной и малоотходной технологии при комплексной переработке нефелиновых и алунитовых руд. Использование шламов глиноземного производства. Использование нефелинового шлама для производства цемента. Другие области использования нефелинового шлама. Основные направления использования шламов, образующихся при переработке бокситов: плавка на чугун и алюмокальциевый шлак, гидрометаллургическая схема переработки, использование в качестве добавки при получении различных продуктов. Фильтрация и сушка шламов. Получение галлия. Свойства галлия, области его применения. Разделение галлия и алюминия. Выделение галлия из растворов цементаций на галламе алюминия. Электролитический способ выделения галлия. Рафинирование галлия. Получение оксида ванадия. Свойства и применение оксида ванадия. Выделение ванадиевого концентрата из растворов глиноземного производства. Получение оксида ванадия из концентрата аммиачным способом.		2
	<b>Практические занятия</b>		8	
	1.	Аппаратурно-технологическая схема восстановительной плавки глиноземсодержащего сырья		
	2.	Аппаратурно-технологическая схема спекания с известняком		
	3.	Аппаратурно-технологическая схема получения галлия		
	4.	Аппаратурно-технологическая схема получения оксида ванадия		
	1.	Аппаратурно-технологическая схема восстановительной плавки глиноземсодержащего сырья		
<b>Тема 2.2 Металлургия титана</b>				
2.2.1 Сырьевая база получения титана	<b>Содержание</b>		4	
	1.	Месторождения титановых руд. Важнейшие минералы титана. Особенности металлургии титана. Получение титана из его диоксида. Переработка диоксида титана в хлориды, фториды, нитриды и другие соединения. Получение титана электролизом из его двуокиси, хлоридов и фторидов.		2
	2.	Обогащение титановых руд и переработка рудных концентратов. Термодинамика процесса получения титана		2
2.2.2 Производство титановых шлаков	<b>Содержание</b>		6	
	1	Основы хлорной металлургии. Принципиальная схема магнитермического способа производства титана. Характеристика исходного сырья для получения титановых шлаков: железо-титановые концентраты, восстановители, связующее.		2
	2	Физико-химические основы рудно-термической плавки. Технология восстановительной электроплавки: периодический и непрерывный процесс выплавки титановых шлаков, влияние температуры, восстановителя, состава шихты на технологический процесс.		2
	3	Конструкция и режимы работы электродуговой печи. Состав и свойства титановых шлаков. Разделка продуктов плавки.		2
	<b>Практические занятия</b>		4	
	1.	Расчёт шихты ильменитового концентрата		
2.2.3 Производство четырёххлори-	<b>Содержание</b>			

<b>стого титана</b>	1.	Теоретические основы процесса хлорирования. Подготовка шихты для хлорирования и технологические параметры процесса хлорирования в различных типах хлораторов. Особенности хлорирования различных видов титанового сырья. Конструктивные особенности хлораторов для брикетированной шихты (шахтные хлораторы), порошкообразной шихты (хлорирование в расплаве, в печах КС). Техничко-экономические показатели процессов хлорирования титаносодержащих материалов в хлораторах различных типов.	10	2
	2.	Теоретические основы процесса конденсации. Давление паров тетрахлорида титана и хлоридов сопутствующих элементов. Свойства тетрахлорида и сопутствующих хлоридов. Состав парогазовой смеси. Селективная конденсация продуктов хлорирования. Основные типы, аппаратура и режимы работы конденсационных систем. Раздельная, сухая, солевая и комбинированная схемы конденсации. Техника безопасности при работе с хлором и хлоридами металлов.		2
	3.	Основные примеси, содержащиеся в техническом тетрахлориде титана, их влияние на качество титановой губки. Классификация примесей по их физическим свойствам и по методам очистки. Химические методы очистки тетрахлорида титана алюминиевым порошком, сероводородом и другими восстановителями. Очистка от алюминия методом селективного гидролиза, солевые методы очистки. Физические методы очистки тетрахлорида титана: отстаивание, дистилляция, ректификация. Очистка тетрахлорида титана от оксохлорида титана, тетрахлорида кремния, легколетучих соединений, газов.		2
	<b>Практические занятия</b>		10	
	1.	Конструкции хлораторов		
	2.	Оборудование конденсационных систем		
	3.	Способы рафинирования тетрахлорида титана.		
<b>2.2.4 Магнитоермическое восстановление тетрахлорида титана</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Термодинамика, кинетика и механизм магнитоермического восстановления тетрахлорида титана. Условия роста блока титановой губки.	4	2
	2.	Аппаратурно-технологическое оформление и режимы процесса восстановления. Реакторы для раздельного и совмещённого процессов восстановления и сепарации. Техничко-экономические показатели, контроль и автоматизация процессов. Охрана труда на производстве		2
	<b>Практические занятия</b>			
	1.	Оборудование процесса восстановления	2	
<b>2.2.5 Вакуумная сепарация реакционной массы</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Теоретические основы вакуумной дистилляции. Закон Дальтона. Последовательность удаления компонентов реакционной массы.	6	2
	2.	Технология и аппаратура сепарации. Конструкция аппаратов для вакуумной дистилляции и технологический режим процесса. Физико-химические свойства блока реакционной массы от магнитоермического восстановления титана, взаимодействие с влагой воздуха и влияние других факторов на чистоту губки.		2
	3.	Источники примесей в титановой губке. Критерии качества титановой губки. Требования стандарта на товарные сорта титана. Физико-химические свойства, извлечение, переработка и сортировка титановой губки.		2
	<b>Практические занятия</b>			
	1.	Оборудование вакуумной сепарации губки	2	
<b>2.2.6. Получение компактного титана</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Получение слитков титана. Методы плавки титана. Электродуговая плавка с расходуемым и нерасходуемым электродом. Конструкция печей, технология плавки.	4	2
	2.	Производство титана и его сплавов. Натриетермический способ восстановления тетрахлорида титана. Применение порошковой металлургии		2
	<b>Практические занятия</b>			

	1.	Оборудование для получения компактного титана	2	
<b>Тема 2.3 Metallurgy магния</b>	<b>Содержание</b>			
<b>2.3.1 Теоретические основы получения легких металлов</b>	1.	Физико-химические закономерности процессов получения легких металлов. Термодинамика. Первый и второй законы термодинамики. Кинетика. Фазовые равновесия. Разделение фаз	2	2
<b>2.3.2 Магниевое сырье, минералы. Месторождения</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Физические и химические свойства магния, его соединений и сплавов. Производство и потребление магния. Основные области применения магния и магниевых сплавов. Распространение магния в природе. Минералы магния. Характеристика минералов магния. Важнейшие месторождения и запасы магниевых руд в нашей стране и за рубежом. Природные и искусственные растворы магниевых солей: морская вода	4	2
<b>2.3.3 Технология схемы подготовки сырья</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Способы предварительной переработки природного магниевого сырья. Производство магния из морской воды. Применение рассолов для производства магния. Применение доломита для производства магния. Карналлитовая схема. Основные переделы и материальный поток. Пути использования избыточного хлора для хлорирования титансодержащего сырья. Смешанная схема питания ванн карналлитом и хлоридом магния. Хлормagneзиевая схема. Основные переделы и материальный поток. Комбинирование с карналлитовой схемой. Сравнение технико-экономических показателей технологических схем	2	2
	<b>Практические занятия</b>			
	1.	АТС переработки магниевого сырья	2	
<b>2.3.4 Теоретические основы обезвоживания карналлита, бишофита.</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Теоретические основы обезвоживания бишофита. Упаривание рассолов хлорида магния и сушка кристаллогидрата. Гидролиз хлорида магния. Условия, при которых достигается наименьший гидролиз хлорида магния. Две стадии обезвоживания бишофита( технология и аппаратура). Переплавка хлорида магния в шахтных электрических печах. Теоретические основы хлорирования магнезита. Равновесие в системе $MgO + Cl_2 = MgCl_2 + 0.5O_2$ , влияние на это равновесие разбавление хлорида магния иными хлоридами; влияние паров соли и окиси углерода. Поведение примесей при хлорировании. Техника и технология хлорирования магнезита в шахтных электрических печах. Техно-экономические показатели хлорирования магнезита. Хлорирование магнезита в кипящем слое.	2	2
	<b>Практические занятия</b>			
	1.	Изучение оборудования для двухстадийного обезвоживания карналлита	10	
	2.	Расчет материального баланса обезвоживания карналлита		
<b>2.3.5 Теоретические основы электролитического производства магния</b>	<b>Содержание</b>			
	1	Основные понятия; ячейка магниевого электролизера и ее параметры. Напряжение разложения, формулы для расчета напряжения разложения, зависимость напряжения разложения от температуры. Закон Фарадея. Выход по току. Расход электроэнергии.	2	2
<b>2.3.6 Состав и физико-химические свойства электролита</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Физико-химические свойства компонентов электролита магниевой ванны (плавкость, упругость паров, плотность, вязкость, электропроводимость, поверхностное напряжение). Выбор состава электролита и условия, предопределяющие этот выбор. Типы электролитов ванны. Напряжение разложения компонентов электролита. Строение и перенос ионов в электролите магниевой ванны. Основные электродные процессы. Растворимость магния и хлора в электролите. Влияние различных факторов на выход по току. Влияние примесей в электролите на процесс электролиза. Образование шлама. Влияние на электро-	8	2

		лиз добавок фторидов кальция и натрия и хлористого алюминия.		
<b>2.3.7 Конструкция магниевых электролизеров</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Основные типы электролизеров, применяемых на современных магниевых заводах. Диафрагменные и бездиафрагменные электролизеры. Боковой, нижний и верхний ввод анодов. Электролизер, работающий на литиевом электролите. Преимущества и недостатки конструкций. Перспективы развития различных типов электролизеров. Устройство основных элементов электролизера: кожуха, футеровки, анодов, катодов, хлоропроводов. Ошиновка электролизера. Монтаж ванны. Текущий и капитальный ремонт ванн. Демонтаж ванн. Устройство цеха электролиза магния. Конструкция корпуса. Расположение электролизеров, ошиновки, хлоропроводов, коммуникаций, вакуумных линий и сжатого воздуха. Транспорт. Вентиляция. Меры электробезопасности. Конструкция устройств для отсоса газов от электролизера.	6	2
	<b>Практические занятия</b>			
	2.	Изучение устройства магниевых электролизеров	10	
	1.	Расчет магниевого электролизера		
<b>2.3.8 Технология электролитического получения магния</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Пуск электролизера на переменном и постоянном токе. Преимущества и недостатки того или иного видов пуска электролизеров. Основные технологические операции при обслуживании ванн. Питание ванн хлористыми солями магния. Извлечение магния из электролизеров. Удаление отработанного электролита и его использование. Извлечение шлама из электролизера. Механизация и автоматизация этих процессов. Регулирование температурного режима ванны, напряжения и уровня электролита. Уход за контактами. Организация труда в электролизном цехе. Техника безопасности и мероприятия по улучшению условий труда. Основные направления усовершенствования технологии электролиза.	2	2
<b>2.3.9 Нарушения процесса электролиза и способы их устранения</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Нарушение нормального хода процесса электролиза: горячий и холодный ход ванн, кипение электролита, пассивация катодов, образование диспергированного магния, накопление шлама, горение магния. Способы устранения нарушений технологии процесса электролиза.	2	2
<b>2.3.10 Рафинирование магния</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Примеси в магнии-сырце и требования на магний по ГОСТу. Влияние примесей на коррозионную устойчивость магния. Назначение процесса рафинирования. Рафинирование магния плавкой с флюсами. Типы флюсов, их состав и роль в процессе рафинирования. Технологические условия. Устройство рафинировочной печи и ее работа. Разлив магния в чушки. Травление и защитные покрытия магния. Техничко-экономические показатели рафинирования магния переплавкой с флюсами. Рафинирование магния возгонкой в вакууме. Аппаратура. Поведение примесей при возгонке и качество получаемого магния. Технологические режимы. Рафинирование магния путем присадки к нему некоторых металлов и их соединений. Электролитическое рафинирование магния. Теоретические основы процесса. Устройство электролизера. Технология процесса. Качество получаемого магния.	2	2
<b>2.3.11 Термические способы получения магния</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Теоретические основы восстановления оксида магния кремнием, кальцием, углеродом. Сущность силико-, карбидо-, углетермического способов получения магния. Требования к сырью. Основы технологии и аппаратное оформление процессов. Роль вакуума в карбидо- и силикотермическом процессах. Условия конденсации магния и поведение при этом щелочных металлов. Техника безопасности. Преимущества недостатки термических способов по сравнению с электролизом хлорида магния.	2	2
<b>2.3.12 Плавка магния и получение магниевых сплавов</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Приготовление магниевых сплавов ММ2 и МА8Ц. Устройство и принцип действия оборудования для пригото-	2	2

		ния магниевых сплавов. Разливка магния и магниевых сплавов.		
2.3.13 Мероприятия по охране окружающей среды	Содержание (указывается перечень дидактических единиц)		2	
	1.	Основные направления в области охраны труда и окружающей среды при производстве магния. Техника безопасности при производстве магния. Очистка отходящих газов и сточных вод при производстве магния.		2
Тема 2.4. Metallургия алюминия				
2.4.1 Теоретические основы электролиза криолито - глинозёмных расплавов	Содержание		16	
	1.	Характеристика глинозёма как сырья для получения алюминия Характеристика криолита как растворителя при электролизе глинозёма. Криолитовое отношение. Состав электролита алюминиевой ванны. Анализ диаграммы состояния системы NaF– AlF <sub>3</sub> . Влияние избытка AlF <sub>3</sub> на свойства расплава. Диаграмма состояния системы Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> – AlF <sub>3</sub> – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Влияние добавок и примесей на свойства электролита		2
	2.	Свойства электролита. Плотность электролита и алюминия, электропроводность, вязкость, летучесть. Зависимость свойств криолито – глинозёмного расплава от температуры и состава.		2
	3.	Понятие о межфазном натяжении на границе раздела фаз и краевых углах смачивания. Поверхностное натяжение электролита и расплавленного алюминия на границе с газовой фазой и твёрдой углеродистой поверхностью. Влияние состава электролита на величину поверхностного натяжения.		2
	4.	Напряжение разложения глинозёма при электролизе. Перенапряжение на электролизёре и его зависимость от температуры, состава электролита и других факторов. Напряжение разложения фтористых солей, примесей и добавок. Строение криолито–глинозёмных расплавов. Перенос ионов при электролизе.		2
	5.	Процессы на аноде. Разряд кислородосодержащих ионов. Выделение кислорода. Окисление анода. Перенапряжение на аноде. Состав анодных газов		2
	6.	Процессы на катоде. Восстановление ионов алюминия. Разряд ионов натрия. Взаимодействие углеродистых материалов с натрием и влияние этого процесса на стойкость катодных блоков. Образование карбида алюминия. Растворимость алюминия в электролите. Механизм потерь алюминия при электролизе.		2
	7.	Анодный эффект. Причины возникновения анодного эффекта. Критическая плотность тока. Влияние анодных эффектов на показатели электролиза. Предупреждение анодных эффектов.		2
	8.	Поведение примесей при электролизе.		2
	Практические занятия		8	
	1.	Технические требования к глинозёму. Способы производства глинозёма из бокситов, нефелинов и другого сырья		
	2.4.2. Влияние различных факторов на выход по току и энергии	Содержание		6
1.		Понятие о выходе по току, по энергии, удельном расходе энергии. Определение выхода по току, выхода по энергии, удельного расхода энергии. Плотность тока анодная, катодная и средняя. Междуполусное расстояние.	2	
2.		Влияние на выход по току и выход по энергии температуры электролита, плотности тока, междуполусного расстояния, состава электролита, примесей, количества алюминия в электролизёре и формы его рабочего пространства.	2	
3.		Электромагнитные поля в электролизёре, их влияние на показатели его работы. Пути повышения выхода по току, выхода по энергии.	2	
Практические занятия		8		
1.			Решение задач	
2.	Расчет показателей работы электролизера.			
2.7.3 Конструкция алюминиевых электролизёров	Содержание		6	
	1.	Общая характеристика алюминиевых электролизеров, их классификация. Катодное устройство электролизера. Кожух электролизера с днищем и без днища, конструкция кожуха. Фундамент		2



		электролизера, цоколь, футеровка шахты. Устройство сборно-блочной подины электролизера, подовых секций, набивной подины.		2
	2.	Анодное устройство электролизера. Анодное устройство с предварительно обожженными анодами – многоанодные и блочного типа. Непрерывные самообжигающиеся аноды с боковым и верхним токоподводом. Анодная рама, механизм подъема анода. Конструкция штырей для подвода тока к аноду. Сравнительная характеристика различных конструкций анодных устройств.		
	3.	Ошиновка электролизера. Устройство катодной и анодной ошиновки. Контактные узлы в ошиновке. Электроизоляция электролизера. Конструкции газоулавливания. Шторное укрытие. Механизм подъема штор. Колокольная система газоулавливания. Устройство и назначение горелок. Укрытие и отвод газов из электролизеров с предварительно обожженными анодами. Сравнительная оценка различных конструкций газоулавливания		
	<b>Практические занятия</b>		8	
	1.	Изучение конструкции электролизеров по чертежам.		
<b>2.4.4 Монтаж и демонтаж алюминиевых электролизёров</b>	<b>Содержание</b>		2	2
	1.	Операции по монтажу отдельных элементов катодного устройства. Монтаж анодного устройства. Подготовка и формовка анода. Монтаж предварительно обожженных анодов. Причины отключения электролизеров на капитальный ремонт. Срок службы электролизеров. Основные операции по демонтажу и порядок их выполнения.		
	<b>Практические занятия</b>		6	
	1.	Технологические карты монтажа и демонтажа алюминиевых электролизёров		
<b>2.4.5 Обжиг, пуск и послепусковой период работы электролизеров</b>	<b>Содержание</b>		2	2
	1.	Обжиг подины на «орешке», «крупке» и жидком металле. Особенности обжига после капитального ремонта и после монтажа новых серий. Подготовка электролизеров к пуску. Пуск на «вспышке» и без «вспышки». Особенности послепускового периода его работы. Вывод электролизера на нормальный режим работы		
	<b>Практические занятия</b>		4	
	1.	Технологические карты обжига и пуска электролизёров		
<b>2.7.6 Обслуживание алюминиевых электролизёров</b>	<b>Содержание</b>		6	2
	1.	Параметры, характеризующие нормальную работу электролизёров. Сила тока серии. Рабочее и среднее напряжение электролизеров. Температура и состав электролита. Уровни электролита и металла в электролизере. Поддержание необходимого уровня электролита и корректирование его состава. Причины изменения состава электролита. Ввод криолита и корректирующих добавок в электролит. Расчет корректирующих добавок..		
	2.	Обработка электролизеров и загрузка в них глинозема. Методы обработки электролизеров. Устройство и работа механизмов для обработки электролизеров и загрузки в них глинозема. Автоматизированная подача глинозема в электролизер Частота и характер анодных эффектов. Гашение и предупреждение анодных эффектов		
	3.	Извлечение алюминия из электролизеров. Подготовка электролизеров к выливке. Конструкция вакуум-ковша для выливки алюминия. Порядок проведения выливки.		
	4.	Обслуживание анодов. Формирование самообжигающегося анода. Основные операции по обслуживанию непрерывных самообжигающихся анодов с боковым токоподводом: загрузка анодной массы, наращивание алюминиевого кожуха, переключение анодных пусков, извлечение нижнего ряда штырей, подъем анодной рамы, забивка нового ряда штырей. Основные операции по обслуживанию самообжигающихся анодов с верхним токоподводом: загрузка анодной массы, перестановка штырей, подъем анодной рамы, подъем анодного кожуха.	2	

		Обслуживание предварительно обожженных анодов. Монтаж и демонтаж анодов. Замена анодов в электролизере. Перетяжка анодной рамы. Конструкция и работа механизмов для обслуживания анодов. Автоматизация процесса электролиза.		
	<b>Практические занятия</b>		6	
	1.	Технологические карты обслуживания электролизёров		
<b>2.4.7 Нарушения технологического режима электролизера</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Горячий ход электролизера, работа в “бок”, карбидообразование, трудно устранимый анодный эффект, холодный ход электролизера, прорыв расплава из шахты электролизера.	2	2
	2.	Нарушения нормальной работы анода. Возможные нарушения аварийного характера. Причины нарушений нормальной работы электролизера, пути их предупреждения и устранения		2
<b>2.4.8 Электролизный цех</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Серия электролизеров и питание их постоянным током. Преобразователи тока. Регулирование электрического режима серий. Корпус электролиза. Расположение электролизеров в корпусе. Вентиляция и газоотсос в электролизных корпусах. Устройство и работа газопоглотительных установок. Внутрицеховой транспорт, сеть сжатого воздуха и вакуум - линий. Отделение переработки отходов производства, характеристика отходов образующихся при электролизе. Переработка растворов газоочистки, демонтированной футеровки, угольной пены. Организация ремонтных работ в электролизном цехе.	2	2
<b>2.4.9 Литейное отделение электролизного цеха</b>	<b>Содержание (указывается перечень дидактических единиц)</b>			
	1.	Назначение литейного отделения. Номенклатура товарной продукции. Технические требования к продукции литейных отделений и первичному алюминию. Примеси в алюминии-сырце: металлические, неметаллические, газовые. Причины попадания примесей в металл. Способы рафинирования алюминия. Оборудование литейных отделений, его работа и обслуживание. Механизация и автоматизация производственных процессов. Контроль производства в литейном отделении.	2	2
<b>2.4.10 Основы расчета электролизеров</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Цель расчётов и сущность балансов		
	<b>Практические занятия</b>			
	1.	Материальный баланс	24	
	2.	Конструктивный расчет электролизера		
	3.	Электрический расчет электролизера		
	4.	Тепловой баланс		
	5.	Расчёт цеха. Определение количества электролизеров серии.		
<b>2.4.11 Себестоимость алюминия и пути ее снижения</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Структура себестоимости алюминия и ее анализ. Примерная калькуляция себестоимости алюминия. Основные пути снижения себестоимости	2	2
<b>2.4.12 Электролитическое рафинирование алюминия</b>	<b>Содержание</b>			
	1.	Технические требования к алюминию высокой чистоты. Сущность трехслойного способа рафинирования. Перенос тока. Поведение примесей при электролизе. Физико-химические свойства и состав электролита и анодного сплава.	4	2
	2.	Конструкция электролизера для рафинирования алюминия. Обслуживание электролизеров: пуск электролизеров, приготовление и загрузка электролита, заливка исходного металла, корректирование состава электролита и анод-		2

		ного сплава, обслуживание катодов, удаление шлама и анодных осадков.		
	3.	Технологический режим процесса рафинирования. Основные нарушения технологии, меры по их предупреждению и устранению. Контроль процесса.Технико-экономические показатели электролитического рафинирования алюминия.Получение особо чистого алюминия		2
		Практические занятия	6	
	1.	Изучение конструкции электролизёра		
	2.	Механизация процесса электролитического рафинирования алюминия.		
Самостоятельная работа при изучении раздела			177	
Примерная тематика внеаудиторной самостоятельной работы				
Подготовка рефератов, докладов и учебно-исследовательских работ по: - истории развития цветной металлургии, - месторождениям полезных ископаемых, - способам получения металлов и сплавов, - применяемому оборудованию, - развитию и усовершенствованию технологии, - модернизации и интенсификации действующего оборудования, - экологическим проблемам и способам их решения, - видам отходов и их утилизации, - перспективам развития отрасли. Сравнительная характеристика различных конструкций электролизёров.Анализ параметров работы электролизера АВЧ, технологических нарушений. Способы получения особо чистого алюминия.				
Раздел 3. Выполнение типовых расчетов				
Расчет курсового проекта	Содержание			40
	1.	Примерные темы курсового проекта по металлургии лёгких металлов - Расчёт электролизёра для получения алюминия на силу тока ____ кА; -Расчёт электролизёра для получения алюминия с обожжёнными анодами на силу тока ____ кА; - Расчёт электролизёра АВЧ на силу тока ____ кА; Расчёт электролизёров с самообжигающимся анодом или с обожжёнными анодами на различную силу тока по индивидуальным заданиям. Обоснование параметров для расчёта конструктивных элементов электролизёров, материального, электрического и теплового балансов, производственной программы проектируемого цеха. Описание технологии и теоретических основ электролиза, механизации и автоматизации процессов, утилизация отходов и другие производственные темы. Выполнение одного чертежа на формате А1 в графической программе «КОМПАС». Нормоконтроль курсового проекта.		
Расчет курсовой работы	2.	Примерные темы курсовой работы пометаллургии благородных металлов: - Выбор и расчёт технологической схемы обогащения золотосодержащей руды месторождения____; - Разработать и рассчитать отделение ГМО по переработке хвостов флотации ЗИФ-2 _____; - Рассчитать принципиальную схему получения лигатурного золота из упорных руд_____ - Выполнить расчёты качественных показателей потоков твёрдого водно-шламовой схемы____; Разработка технологической схемы с указанием операций и продуктов согласно индивидуальным заданиям.Расчёт водно-шламовой схемы согласно разработанной технологии и расчёт металлургического баланса по золоту или качественно-количественной схемы. Описание сырья, процессов, оборудования, средств контроля и другие производственные темы. Нормоконтроль курсовой работы.		
Самостоятельная работа при изучении раздела			19	

<p align="center"><b>Примерная тематика внеаудиторной самостоятельной работы</b></p> <p>Расчеты анодного устройства ОА и СОА. Усовершенствование конструкции алюминиевого электролизера</p> <p>Теоретические основы электролитического производства алюминия</p> <p>Технологические параметры и показатели электролиза в зависимости от силы тока и конструкции электролизёров.</p> <p>Гидродинамика расплава, автоматизация и механизация процессов обслуживания.</p> <p>Вентиляция, газоотсос и ГОУ. Утилизация фтора и отходов алюминиевого производства.</p> <p>Изучение, сравнение и анализ рудного сырья и концентратов, полученных на действующих месторождениях Красноярского края.</p> <p>Изучение, сравнение и анализ технологий гидрометаллургической переработки различных видов сырья на действующих золотодобывающих предприятиях.</p> <p>Экологические проблемы металлургического производства и их решение.</p>		
<p align="center"><b>Производственная практика по профилю специальности итоговая по модулю</b></p> <p><b>1) Виды работ согласно рабочим стандартам по технологии электролиза алюминия и другим сопутствующим процессам</b></p> <p>Инструктаж по ПБ и ОТ</p> <p>Обработка ванн по графику, выявление причин отключения от графика обработки. Регулирование рабочего напряжения.</p> <p>Правильная отдача сырья на ванны. Корректировка электролита. Поддержание герметизации газосборного колокола. Замена анодов.</p> <p>Определение нормального хода ванны и устранение причин расстройств технологии. Гашение анодных эффектов.</p> <p>Поддержание нормальных настилей, уровней металла и электролита, умение замерять их. Подготовка ванны к выливке металла</p> <p>Отбор проб электролита на криолитовое отношение, содержание Са и Mg. Отбор проб металла. Использование АСУТП электролизёра.</p> <p>Монтаж и демонтаж электролизёра. Подготовка и проведение обжига и пуска электролизёра после капитального ремонта</p> <p>Ознакомление с планом ликвидации аварий в цехе. Участие в решении экологических проблем на заводе.</p> <p>Самостоятельная работа на рабочем месте.</p> <p><b>2) Виды работ согласно рабочим стандартам по процессам гидрометаллургической переработки золотосодержащих руд и концентратов</b></p> <p>Инструктаж по ПБ и ОТ</p> <p>Рудоподготовки золотосодержащих руд к обогащению, дробление и измельчение, классификация пульпы.</p> <p>Переработки упорных золотосодержащих руд. Гравитационное и флотационное обогащение.</p> <p>Оборудование измельчения руд, флотации, фильтрации и сушки, принцип действия, конструктивные элементы.</p> <p>Цианирование золотосодержащих продуктов обогащения. Оборудование цианирования. Принцип действия, конструктивные элементы</p> <p>Практика сорбционного выщелачивания. Аппаратура сорбционного выщелачивания смолами. Регенерация смолы, угля и других сорбентов.</p> <p>Технология выделения золота из растворов. Устройство электролизной ванны. Аффинаж благородных металлов.</p> <p>Самостоятельная работа на рабочем месте.</p> <p><b>3) Подготовка и сдача экзамена на квалификационный разряд по профессиям, освоенным в период практики</b></p>	<p><b>468</b></p>	
<b>Всего</b>	<b>1652</b>	

## 4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 4.1. Материально-техническое обеспечение

Реализация профессионального модуля предполагает наличие учебных кабинетов «Металлургия цветных металлов», «Безопасность жизнедеятельности и охрана труда»; кабинета «Информатики и информационных технологий».

Оборудование кабинета курсового и дипломного проектирования: компьютеры, программное обеспечение, мультимедийный проектор, интерактивная доска, экран, сканер, принтер, комплекты нормативно-справочных, конструкторских и технологических материалов, производственные схемы, чертежи оборудования, нормативно – техническая документация, инструкции, периодические издания по металлургии, раздаточный дидактический материал.

Реализация профессионального модуля предполагает обязательную производственную практику по профилю специальности, в ходе которой студенты должны получить рабочую профессию, ознакомиться с требованиями дисциплинарной и материальной ответственности, правами и обязанностями работников.

### 4.2. Информационное обеспечение обучения

#### Обязательная литература

1. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. Учебное пособие. М., "Интермет Инжиниринг", 2004.
2. Москвитин В.И., Николаев И.В., Фомин А.Б. Металлургия легких металлов. Учебное пособие. М., "Интермет Инжиниринг", 2011. Гриф.
3. Лысенко А.П., Хайрулина Р.Т. Металлургия алюминия. Учебное пособие. М., ИД "МИСиС", 2012. Гриф.
4. Троицкий И.А., Железнов В.А. Металлургия алюминия. Учебное пособие. 1984. М., "Металлургия", Гриф.
5. Тарасов А.В. Металлургия титана. Учебное пособие. М., ИЦ "Академия", 2011. Гриф.
6. Сергеев В.В. и др. Металлургия титана, Учебное пособие. М., "Металлургия", 1981. Гриф.
7. Стефанюк С.Л. Металлургия магния и других легких металлов. Учебник. М., "Металлургия", 1990. Гриф.
8. Минцис М.Я. и др. Электрометаллургия алюминия. Учебное пособие. Новосибирск, "Наука", 2004.

#### Дополнительная литература

1. Справочник металлурга по цветным металлам. Производство алюминия. М.: Металлургия, 1971.
2. Справочник по обогащению. – М.: Недра, 1983.
3. Егоров В.Л. Обогащение полезных ископаемых. – М.: Недра. 1986.
4. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Теория пирометаллургических процессов.- М.: Металлургия, 1993.
5. Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. М.: Металлургия, 1998
6. Минцис М.Я., Поляков П.В., Электрометаллургия алюминия. Новосибирск: Наука – 2001.
7. Уткин Н.И., Производство цветных металлов. М.: Интермет инжиниринг – 2000.
8. Мортен Сорлье, Харальд А. Ойя., пер. Поляков П.В. Катоды в алюминиевом электролизе II издание. 1995.
9. Журнал "Цветные металлы", 2014 – 2015 г.
10. Нормативно-техническая и технологическая документация ОАО «РУСАЛ Красноярск»
11. Видеофильм «Руды и минералы».

#### Интернет-ресурсы

1. Титан [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/36126/1/978-5-8295-0406-9\\_2015.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/36126/1/978-5-8295-0406-9_2015.pdf)
2. Алюминий <http://nashol.com/2011071457407/metallurgiya-aluminiya-borisoglebskii-u-v.html>
3. Магний [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/41213/1/978-5-8038-0645-5\\_2010.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/41213/1/978-5-8038-0645-5_2010.pdf)
4. Золото [eknigi.org/nauchno\\_populjarnoe/63424-sbornik-knig-o-zolote.html](http://eknigi.org/nauchno_populjarnoe/63424-sbornik-knig-o-zolote.html)
5. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра. Файл формата djvu. размером 3,44 МБ. Добавлен 10.12.2015 <http://nashol.com/searchdoc/87954>

### 4.3. Общие требования к организации образовательного процесса

Освоение данного профессионального модуля предусматривает предварительное изучение студентами дисциплин циклов:

- общего гуманитарного и социально-экономического;
- математического и общего естественнонаучного;
- профессионального;

разделов:

- учебная практика;
- производственная практика (по профилю специальности);
- промежуточная аттестация;

модулей:

- ПМ.02 Обслуживание основного, вспомогательного технологического оборудования и коммуникаций в производстве цветных металлов и сплавов
- ПМ.03 Контроль промежуточных и конечных продуктов в производстве цветных металлов и сплавов

В ходе освоения модуля рабочей программой предусмотрено выполнение курсового проекта конструкторского характера по индивидуальным заданиям, включающего в себя проверку практических навыков:

- обоснования параметров для расчёта,
- выполнения расчетов оборудования,

- производственной программы проектируемого цеха,
- описание технологии и раскрытие вопросов по ОТ и ПБ.

Оформление конструкторской документации и чертежей оборудования осуществляется в графической программе "Компас", а пояснительной записки в текстовом редакторе Microsoft Word. При выполнении курсового проекта осуществляются консультации и нормоконтроль согласно требованиям ФГОС. Выполнение курсового проекта является одним из обязательных требований допуска к преддипломной практике.

#### 4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Требования к квалификации инженерно-педагогических кадров, обеспечивающих обучение по междисциплинарным курсам: наличие высшего профессионального образования, соответствующего профилю модуля «Подготовка и ведение технологического процесса производства цветных металлов и сплавов» и специальности «Металлургия цветных металлов».

Требования к квалификации инженерно-педагогических кадров – руководителей производственной практики: наличие высшего профессионального образования, соответствующего профилю модуля «Подготовка и ведение технологического процесса производства цветных металлов и сплавов» и специальности «Металлургия цветных металлов».

### 5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля (вида профессиональной деятельности) осуществляется преподавателями в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований. Итоговый контроль по профессиональному модулю проходит в форме экзамена.

Формы и методы контроля и оценки результатов обучения позволяют проверять у студентов сформированность профессиональных компетенций.

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
ПК 1.1 Осуществлять подготовку исходного сырья к переработке	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выбор сырья для процесса, расчёт его потребности и способов подготовки;</li> <li>– выбор технологического оборудования и оснастки, вспомогательного инструмента;</li> <li>– применение результатов опытных технологических процессов;</li> </ul>	Текущий контроль в форме: - защиты лабораторных и практических занятий; - контрольных работ по темам МДК.
ПК 1.2. Вести технологический процесс по результатам анализов, показаниям контрольно - измерительных приборов (КИП)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– качество анализа типового технологического процесса исходя из его назначения;</li> <li>– качество рекомендаций по улучшению технологического процесса;</li> </ul>	
ПК 1.3 Контролировать и регулировать технологический процесс	<ul style="list-style-type: none"> <li>– качество анализа показаний КИП;</li> <li>– регистрация, обработка и использование данных КИП для корректирования технологических процессов;</li> </ul>	
ПК 1.4 Использовать автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) в производстве цветных металлов и сплавов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ведение технологического процесса выплавки и разливки цветных металлов и сплавов;</li> <li>– определение основных параметров технологического режима;</li> <li>– выбор условий протекания технологических процессов;</li> </ul>	Зачеты по производственной практике и по каждому из разделов профессионального модуля.
ПК 1.5 Выполнять необходимые типовые расчеты	<ul style="list-style-type: none"> <li>– качество расчета материального баланса технологического процесса;</li> <li>– выбор расходных коэффициентов и норм расхода сырья;</li> <li>– выбор данных для расчёта теплового и электрического балансов;</li> <li>– анализ проведённых расчётов на соответствие их технологическим регламентам;</li> <li>– выбор и использование пакетов прикладных программ для проектирования оборудования, разработки конструкторской документации и технологических</li> </ul>	Комплексный экзамен по профессиональному модулю.  Защита курсового проекта.

	процессов	
--	-----------	--

Развитие общих компетенций и обеспечивающих их умений оценивается следующими формами и методами.

Результаты (освоенные общие компетенции)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	Активная демонстрация интереса к будущей профессии	Оценка степени активности участия в научно - практической конференции по итогам практики по профилю специальности
ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	1. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач в области разработки технологических процессов. 2. Оценка эффективности и качества выполнения	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы
ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	Грамотное решение стандартных и нестандартных профессиональных задач в области разработки технологических процессов	Решение ситуационных заданий, практических задач
ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.	1. Эффективный поиск необходимой информации. 2. Использование различных источников, включая Интернет	Подготовка рефератов, докладов, раскрытие вопросов описательной части курсового проекта, выполнение отчётов по практике
ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	Приобретение квалификационного разряда по профессии во время практики	Удостоверение о присвоении квалификации