

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



С.Т. Князев

4 февраля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
<i>М.1.19 (по УП)</i>	<i>Металлургия легких металлов</i>

Екатеринбург, 2020

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Металлургия	Код ОП 22.03.02/33.02
Направление подготовки <i>Металлургия</i>	Код направления и уровня подготовки 22.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лебедев Владимир Александрович	Д.х.н., профессор	профессор	Институт новых материалов и технологий, кафедра металлургии цветных металлов
2	Логинова Ирина Викторовна	Д.т.н., профессор	профессор	Институт новых материалов и технологий, кафедра металлургии цветных металлов

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Протокол № 2-01 от 23.01.2020г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ



Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «МЕТАЛЛУРГИЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ»

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Металлургия легких металлов» изучается студентами в рамках траектории «Металлургия цветных металлов», направлен на изучение особенностей переработки исходного сырья с получением легких металлов и включает дисциплины «Металлургия алюминия», «Металлургия титана и магния», «Производство глинозема».

Компетенции, приобретаемые при изучении этого модуля, необходимы как при подготовке к научно-исследовательскому, так и к производственно-технологическому виду деятельности.

Модуль «Металлургия легких металлов» посвящен теории и технологии производства алюминия, магния и титана. Студенты знакомятся с современными методами получения алюминия.

Особенностью дисциплины является подача материала, изучение технологии производства от первичной переработки руды до готового металла, изучается вопрос комплексности переработки сырья, с получением сопутствующих элементов (например, таких как иттрий, скандий, галлий, титан, железо и др.)

Изучаются технологические процессы производства легких металлов, применяемые в России, США, Европе, Китае, Ирландии и Африки.

В результате обучения выпускники будут способны:

- Осуществлять и корректировать технологические процессы производства легких металлов в металлургическом производстве;
- Использовать базовые знания в области менеджмента качества для организации деятельности в производстве легких металлов;
- Обоснованно выбирать оборудование и материалы для осуществления технологических процессов производства легких металлов.

При реализации дисциплин модуля используется проектная технология обучения, проблемное обучение, групповая работа, исследовательские методы. Например, в результате освоения программы студенты должны научиться использовать теоретические и технологические аспекты производства цветных металлов из различного исходного сырья для анализа действующих производств и разработки новых.

Дисциплины модуля могут быть реализованы в смешанной и традиционной технологии. Реализация дисциплин модуля с использованием смешанной технологии обучения предполагает применение разработанных электронных ресурсов, имеющих статус ЭОР УрФУ и размещенных на образовательной платформе УрФУ, включая учебные пособия, презентации, задания и тесты.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Металлургия алюминия	4 з.е./144 час.	зачет

2.	Металлургия титана и магния	4 з.е./144 час.	зачет
3.	Производство глинозема	4 з.е./144 час.	экзамен
ИТОГО по модулю:		12 з.е./ 432 час.	

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Рудная база и обогащение руд цветных металлов Информационно-техническое обеспечение производства
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Металлургия тяжелых и благородных металлов Эффективное природопользование в цветной металлургии

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Изучение дисциплин модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Металлургия алюминия	ОК-2 - способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах; ОК-8 - готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; ОПК-5 - способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды; ПК-10 - способность осуществлять и корректировать технологические процессы в	<i>Знания:</i> Принципы основных технологических процессов производства алюминия, устройства и оборудования для их осуществления; Природа и основные закономерности протекания химических и физико-химических реакций при производстве алюминия; Требования к глинозему и его свойства; Знать технологически и экономически обоснованные правила выбора основных и вспомогательных материалов для технологических процессов электрометаллургии алюминия; Принципы и направления автоматизации электролиза алюминия; Правила проектирования и расчета основных технологических параметров при электролизе алюминия; Способы расчетов основного технологического оборудования и материальных балансов электролиза алюминия; Основные направления ресурсо- и

	<p>металлургии и материалобработке; ПК-11 - готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии; ПК-12 - способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды; ПК-13 - готовность оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов; ПК-16 - способность обосновывать выбор оборудования для осуществления технологических процессов.</p>	<p>энергосбережения при электролизе алюминия; Основные научно-технические проблемы и перспективы развития металлургии алюминия в свете мировых тенденций научно-технического прогресса металлургии; Теоретические основы электролиза криолит-глиноземных расплавов, рафинирования алюминия и производства алюминиевых сплавов; Основное технологическое оборудование, применяемое при электролизе алюминия.</p> <p><i>Умения:</i> Выбирать рациональные технологические параметры электролиза алюминия, рассчитывать материальные, тепловые и электрические балансы электролизера; Осуществлять и корректировать технологию электролиза алюминия; Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в электролизной ванне для пр-ва алюминия; Осуществлять и корректировать технологические процессы электролиза алюминия; Использовать справочную литературу для выполнения расчетов алюминиевого электролизера; Принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в электрометаллургии алюминия; Выполнять элементы проектов электролизных цехов для производства алюминия.</p> <p><i>Иметь опыт/владеть:</i> Методами анализа технологии электролиза алюминия и влияния различных параметров на качество продукции; Первичными навыками прогнозирования конкурентоспособности технологии восстановления алюминия на основе информационного поиска.</p>
<p>Металлургия титана и магния</p>	<p>ОПК-1 - готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания; ОПК-4 - готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; ОПК-5 - способностью применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;</p>	<p><i>Знания:</i> - основные понятия, термины, определения, характерные для переработки техногенного сырья и закрепленные в действующих стандартах; - основные методы первичной обработки и обогащения техногенного сырья, основные типы машин и аппаратов, методы оценки эффективности процесса и оборудования для его реализации; - направления развития и совершенствования технологий и оборудования.</p> <p><i>Умения:</i></p>

	<p>ПК-2 - способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы;</p> <p>ПК-4 - готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы;</p> <p>ПК-5 - способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов;</p> <p>ПК-9 - готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - применять на практике классификацию техногенного сырья цветных металлов с целью выбора оптимальной технологии его первичной обработки; - анализировать технико-экономические показатели, принимать технологически обоснованные решения; - решать вопросы снижения энергетических затрат, охраны окружающей среды; - выполнять технологические расчеты, выбор основного оборудования с использованием компьютерной техники и принципов физического моделирования; <p><i>Иметь опыт/Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - принципами обоснования технологических схем подготовки различных видов техногенного сырья: металлического, неметаллического, смешанного; - навыками выполнения исследований и обработки экспериментальных данных; - принципами проектирования и расчетов специализированных участков подготовки техногенного сырья. <p><i>Личностные качества:</i> Демонстрировать ответственное отношение к выполнению заданий по освоению компетенции.</p>
<p>Производство глинозема</p>	<p>ОК-2 - способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах;</p> <p>ОК-8 - готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;</p> <p>ОПК-5 - способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;</p> <p>ПК-10 - способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке;</p> <p>ПК-11 - готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии;</p> <p>ПК-12 - способность осуществлять выбор материалов для изделий</p>	<p><i>Знания:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы основных технологических процессов производства и обработки цветных металлов, устройства и оборудования для их осуществления; - Природу и основные закономерности протекания химических и физико-химических реакций протекающих в процессах и аппаратах цветной металлургии; - Минерально-сырьевую базу производства; - Технологически и экономически обоснованные правила выбора основных параметров для технологических процессов цветной металлургии с учетом влияния внешних факторов, требований безопасной, эффективной эксплуатации оборудования и стоимости; - Природу химических реакций, используемых в металлургических производствах; - Физические и химические свойства, способы получения металлов и их соединений; - Природу фазовых превращений в металлургических системах; - Основные принципы и законы термодинамики и кинетики, механизмы процессов выщелачивания, разделения и осаждения металлов, концентрирования растворов, закономерности обезвоживания пульп и промывки осадков; - Закономерности, лежащие в основе

	<p>различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды;</p> <p>ПК-13 - готовность оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов;</p> <p>ПК-16 - способность обосновывать выбор оборудования для осуществления технологических процессов.</p>	<p>интенсификации гидromеталлургических процессов, и предпосылки, используемые при создании схем, замкнутых по растворителю</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы действия устройств и оборудования для осуществления технологических процессов; - Форму нахождения химических элементов в минеральном сырье; - Способы расчетов основного технологического оборудования и материальных балансов технологических процессов; - Принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы; - Основные научно-технические проблемы и перспективы развития глиноземного производства в свете мировых тенденций научно-технического прогресса; - Основное технологическое оборудование, применяемое в процессах цветной металлургии. <p style="text-align: center;"><i>Умения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния; - Использовать справочную литературу для выполнения расчетов; - Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки цветных металлов; - Осуществлять и корректировать технологические процессы в цветной металлургии; - Осуществлять выбор сырья, - Решать вопросы, связанные с подготовкой материалов к переработке, транспортом растворов и пульп, снабжением аппаратов такими энергоносителями, как вода, пар, сжатый воздух; - Применять основные и вспомогательные материалы для технологических процессов цветной металлургии с учетом влияния внешних факторов и требований безопасной и эффективной эксплуатации оборудования и стоимости; - Принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в металлургии; - Экономически и технологически обосновывать выбор оборудования при проектировании цехов и участков цветной металлургии; - Применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач; - Выполнять и читать чертежи основного оборудования;
--	---	--

		<ul style="list-style-type: none"> - Пользоваться учебно-методической и научно-технической литературой. <p style="text-align: center;"><i>Иметь опыт/Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками научного анализа конкретных процессов переработки сырья, подготовки рекомендации по их интенсификации - Навыками расчета материального баланса предлагаемой аппаратурно-технологической схемы, а так же расчета основного и вспомогательного оборудования, используемого в предлагаемой схеме; - Основными физико-химическими методами расчета металлургических процессов - Опыт выбора материалов и оборудования для технологических процессов и цехов; - Демонстрировать первичный опыт планирования и проведения экспериментов; - Владеть металлургической терминологией.
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной, очно-заочной и заочной формах.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ МЕТАЛЛУРГИ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1 МЕТАЛЛУРГИЯ АЛЮМИНИЯ

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1 МЕТАЛЛУРГИЯ АЛЮМИНИЯ

1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- Смешанное обучение с использованием онлайн-курса;
- Исключительно электронное обучение с использованием онлайн-курса.

1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине 1

Таблица 1.2

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОК-2 - способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах; ОК-8 - готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; ОПК-5 - способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды; ПК-10 - способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке; ПК-11 - готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии; ПК-12 - способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды; ПК-13 - готовность оценивать	<i>Знания:</i> Принципы основных технологических процессов производства алюминия, устройства и оборудования для их осуществления; Природа и основные закономерности протекания химических и физико-химических реакций при производстве алюминия; Требования к глинозему и его свойства; Знать технологически и экономически обоснованные правила выбора основных и вспомогательных материалов для технологических процессов электрометаллургии алюминия; Принципы и направления автоматизации электролиза алюминия; Правила проектирования и расчета основных технологических параметров при электролизе алюминия; Способы расчетов основного технологического оборудования и материальных балансов электролиза алюминия; Основные направления ресурсо- и энергосбережения при электролизе алюминия; Основные научно-технические проблемы и перспективы развития металлургии алюминия в свете мировых тенденций научно-технического прогресса металлургии; Теоретические основы электролиза криолит-глиноземных расплавов, рафинирования алюминия и производства алюминиевых сплавов; Основное технологическое оборудование, применяемое при

<p>риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов; ПК-16 - способность обосновывать выбор оборудования для осуществления технологических процессов.</p>	<p>электролизе алюминия.</p> <p><i>Умения:</i> Выбирать рациональные технологические параметры электролиза алюминия, рассчитывать материальные, тепловые и электрические балансы электролизера; Осуществлять и корректировать технологию электролиза алюминия; Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в электролизной ванне для пр-ва алюминия; Осуществлять и корректировать технологические процессы электролиза алюминия; Использовать справочную литературу для выполнения расчетов алюминиевого электролизера; Принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в электрометаллургии алюминия; Выполнять элементы проектов электролизных цехов для производства алюминия.</p> <p><i>Иметь опыт/владеть:</i> Методами анализа технологии электролиза алюминия и влияния различных параметров на качество продукции; Первичными навыками прогнозирования конкурентоспособности технологии восстановления алюминия на основе информационного поиска.</p>
--	--

1.3. Содержание дисциплины 1

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Введение	Исторические сведения по открытию и свойствам алюминия, методам его получения. Физико-химические свойства алюминия и его сплавов, области применения. Объемы производства алюминия и его сплавов в России и за рубежом.
Р2	Электролит. Его состав и свойства	Состав и свойства криолит-глиноземных расплавов. Требования к составу электролита. Диаграммы плавкости, плотности, вязкости, электропроводности, поверхностного натяжения и упругости паров в системах NaF-AlF ₃ и Na ₃ AlF ₃ -Al ₂ O ₃ . Влияние добавок фторидов магния, кальция и лития на свойства электролита. Тройная диаграмма NaF-AlF ₃ -Al ₂ O ₃ . Ионное строение электролита. Механизм растворения глинозема в криолите. Требования к глинозему. Поведение примесей при электролизе криолит-глиноземных расплавов.
Р3	Термодинамика основных	Напряжение разложения глинозема и других

	реакций	составляющих электролита.
P4	Кинетика электродных процессов	Технологические параметры электролиза. Выход по току и энергии. Удельный расход электроэнергии, его зависимость от различных факторов. Пути снижения удельного расхода электроэнергии. Современные представления о механизме электродных процессов. Процессы, протекающие на катоде. Кинетика катодного процесса. Предельный ток разряда ионов алюминия. Процессы, происходящие на угольном аноде. Кинетика анодного процесса. Анодное перенапряжение. Состав анодных газов. Характеристика анодного эффекта и причин его возникновения.
P5	Расход углерода и катодный выход по току	Выход по току. Причины снижения выхода алюминия по току. Факторы, влияющие на выход по току. Методы определения выхода по току. Выбор оптимальной температуры и плотности тока.
P6	Конструкция алюминиевых электролизеров	Устройство алюминиевых электролизеров. Классификация электролизеров по мощности, типу анода и подины. Устройство подины электролизера. Анодное устройство электролизеров. Ошиновка электролизеров, ее влияние на газо- и гидродинамику электролизера. Системы пыле- и газоочистки. Преимущества и недостатки различных типов электролизеров. Основные направления в развитии конструкции электролизеров. Принцип действия систем АСУТП, АПГ.
P7	Работа электролизера в нормальном технологическом режиме	Обслуживание алюминиевых электролизеров. Системы и способы питания электролизеров глиноземом и фторосолями. Формирование бокового гарнисажа и подовой настыви. Форма рабочего пространства электролизера. Обслуживание подины и анода. Перестановка штырей и анодных блоков. Капитальный ремонт электролизеров.
P8	Нарушения нормального хода электролиза и пути их устранения	Нарушения нормального хода электролиза и пути их устранения

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТАЛЛУРГИЯ АЛЮМИНИЯ»

Электронные ресурсы (издания)

1. Лысенко, А. П. *Металлургия алюминия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Лысенко А. П., Хайрулина Р. Т. — Москва : МИСИС, 2012. — 57 с. — Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в*

качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 150400 – Металлургия .— Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки .— ISBN 978-5-87623-594-7 .— <URL:https://e.lanbook.com/book/117008>.

Печатные издания

1. Николаев, Иван Васильевич. Металлургия легких металлов : Учебник для вузов / И. В. Николаев, В. И. Москвитин, Б. А. Фомин .— М. : Металлургия, 1997 .— 430 с. — рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-229-01165-3 : 49.00. Всего экземпляров 30.
2. Беляев, Анатолий Иванович. Металлургия легких металлов : Учебник для вузов / А. И. Беляев .— 6-е изд., испр. и доп. — М. : Металлургия, 1970 .— 367 с. : ил. ; 27 см .— Библиогр.: с. 366-367. — 1.19. Всего экземпляров 21.
3. Фомин, Борис Алексеевич. Металлургия вторичного алюминия : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 651300 "Металлургия", 110200 "Металлургия цвет. металлов" / Б. А. Фомин, В. И. Москвитин, С. В. Махов .— Москва : ЭКОМЕТ, 2004 .— 240 с. : ил. ; 22 см .— Библиогр. в примеч. — ISBN 5-89594-093-5 : 483.29. Всего экземпляров 30.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://www.journals.cambridge.org> — база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press

<http://search.ebscohost.com> – база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing

<http://apps.webofknowledge.com> — база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://library.urfu.ru> – сайт зональной научной библиотеки УрФУ, портал мультимедийных ресурсов;

<http://elibrary.ru> – E-Library, научная электронная библиотека

2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТАЛЛУРГИЯ АЛЮМИНИЯ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Лекции; Практические занятия; Консультации;	г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 52, Учебная	Не требуется

	<p>Самостоятельная работа студентов;</p>	<p>аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Лабораторная мебель на 8 рабочих мест. рН- метр Анион-4100.-2 шт. Весы лабораторные технические A&D GR-200 -2 шт. Мешалка магнитная ММЗ -5 шт. Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2 Потенциостат П-5848-3 шт. Титровальный стол -2 шт. Титратор лабораторный АТП-01D-50 Шкаф сушильный СНОЛ 24/2 Кондуктомер лабораторный -2 шт. Мельница роторная ножевая ЛМ 202 Мешалка магнитная ES-6120 с подогревом-2 шт. Мешалка верхнеприводная ES-8300 Насос НВМ-1,6 вакуумный мембранный безмасляный Весы ЕК - 300i Дистиллятор ДЭ-4</p>	
	<p>Лекции; Практические занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов;</p>	<p>г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 74, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная мебель на 50 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул) Доска учебная меловая. Epson EB-X9LCD 2500lm Экран Projecta Rro RroSCREEN 213*280 Компьютер i5-3470 Кондиционер LG</p>	<p>"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ;</p>

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ МЕТАЛЛУРГИЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2 МЕТАЛЛУРГИЯ ТИТАНА И МАГНИЯ

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2 МЕТАЛЛУРГИЯ ТИТАНА И МАГНИЯ

1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- Смешанное обучение с использованием онлайн-курса;
- Исключительно электронное обучение с использованием онлайн-курса.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1.2

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
<p>ОПК-1 - готовностью использовать фундаментальные общинженерные знания;</p> <p>ОПК-4 - готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач;</p> <p>ОПК-5 - способностью применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;</p> <p>ПК-2 - способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы;</p> <p>ПК-4 - готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы;</p> <p>ПК-5 - способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов;</p> <p>ПК-9 - готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач;</p> <p>ПК-10 - способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке;</p>	<p><i>Знания:</i></p> <p>Принципы основных технологических процессов производства титана и магния, устройства и оборудования для их осуществления;</p> <p>Природу и основные закономерности протекания химических и физико-химических реакций при производстве титана и магния;</p> <p>Минерально-сырьевую базу производства титана и магния;</p> <p>Знать технологически и экономически обоснованные правила выбора основных и вспомогательных материалов для технологических процессов производства титана и магния;</p> <p>Правила проектирования и расчета основных технологических параметров при получении титана и магния;</p> <p>Способы расчетов основного технологического оборудования и материальных балансов технологических процессов производства титана и магния;</p> <p>Основные направления ресурсо- и энергосбережения в производстве титана и магния;</p> <p>Основное технологическое оборудование, применяемое при производстве титана и магния.</p> <p><i>Умения:</i></p> <p>Выбирать рациональные технологические схемы производства титана и магния, рассчитывать материальные балансы технологических процессов;</p> <p>Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах производства титана и магния;</p> <p>Осуществлять и корректировать технологические процессы</p>

<p>ПК-16 - способность обосновывать выбор оборудования для осуществления технологических процессов.</p>	<p>в производстве титана и магния; Осуществлять выбор сырья, основных и вспомогательных материалов при производстве титана и магния; Использовать справочную литературу для выполнения расчетов производства титана и магния; Принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в металлургии титана и магния.</p> <p><i>Иметь опыт/Владеть:</i> Методами анализа технологических процессов производства титана и магния и их влияния на качество продукции; Прогнозировать на основе информационного поиска конкурентоспособность технологии производства титана и магния.</p>
---	--

1.3. Содержание дисциплины

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Металлургия магния	История развития металлургии магния. Физические и химические свойства. Применение магния в прошлом и в настоящее время. Сырьевая база. Обезвоживание хлорида магния. Обезвоживание карналлита. Хлорирование окиси магния. Технологические схемы производства магния. Аппаратурное оформление процессов обезвоживания и хлорирования.
P2	Основы электрометаллургии магния	Физико-химические свойства электролитов, их выбор и состав. Показатели электролиза. Катодные процессы. Анодные процессы. Процессы в объёме электролита. Влияние различных факторов на выход по току. Конструкции магниевых электролизёров и их сравнение. Технология электролиза. Поточная технология.
P3	Рафинирование магния	Рафинирование переплавкой с флюсом. Рафинирование присадками тугоплавких металлов. Методы глубокого рафинирования.
P4	Термические способы получения магния	Силикотермический способ. Аппаратурное оформление. Достоинства и недостатки.
P5	Производство титанового шлака	Технологическая схема процесса производства титана магниетермическим методом. Способы подготовки титанового концентрата к плавке. Физико-химические основы восстановительного процесса рудотермической плавки. Кинетика восстановления титанатов железа. Типы шихты для получения шпаков. Рудотермические электродуговые печи для получения титановых шлаков. Технология

		выплавки титановых шлаков. Рациональный, химический и минералогический состав и свойства шлаков. Недостатки способа восстановительной плавки. Продукт – попутный металл.
P6	Хлорирование титанового шлака	Производство тетрахлорида титана. Его физические и химические свойства. Современные схемы производства тетрахлорида титана. Термодинамика хлорирования диоксида титана в присутствии углерода (уголь, кокс). Состав равновесной газовой фазы, методы ее расчета. Представления о кинетике и механизме хлорирования диоксида титана в присутствии углеродистого материала. Технология и аппаратура приготовления брикетированных шихт и хлорирования брикетов. Хлорирование в шахтном хлораторе непрерывного действия с подвижным слоем шихты. Производительность шахтного хлоратора непрерывного действия. Хлорирование титановых шлаков или рутила в солевом расплаве хлоридов щелочных металлов. Краткая историческая справка создания солевого хлоратора. Достоинства и недостатки хлораторов прямоугольного и цилиндрического типов. Технология хлорирования титановых шлаков в расплаве хлоридов. Преимущества и особенности способа. Хлорирование в аппаратах с кипящим споем. Конденсация и разделение продуктов хлорирования. Системы конденсации с возвратом пульпы в расплавные хлораторы.
P7	Очистка технического тетрахлорида титана от примесей	Физические и химические методы очистки тетрахлорида титана. Химические методы очистки от алюминия и ванадия. Очистка от твердых веществ. Очистка тетрахлорида титана способом ректификации. Теоретические основы и практика способа. Характеристика чистоты тетрахлорида титана. Попутное извлечение ванадия, скандия, ниобия и тантала в производстве тетрахлорида титана. Технология и аппаратура для очистки тетрахлорида титана. Ректификационные колонны и ректификационные установки. Конструкции тарелок ректификационных колонн. Теплообменники.
P8	Восстановление титана и вакуумная сепарация реакционной массы	Восстановление оксидов титана кальцием, гидридом кальция, магнием и другими восстановителями. Состав получаемых продуктов и области их использования. Восстановление титана из его тетрахлорида магнием. Физико-химические основы способа. Роль реакции в газовой и конденсированной фазах. Уравнение скорости взаимодействия тетрахлорида титана с магнием. Четыре периода цикла восстановления титана из его тетрахлорида магнием в реторте. Аппарат восстановления тетрахлорида титана магнием. Обратная реторта. Работы по созданию

		<p>непрерывно действующих аппаратов восстановления. Механизм формирования блока титановой губки. Источники, содержание и распределение примесей в губке. Влияние режима восстановления на качество губки. Регулирование температурного режима процесса. Очистка губчатого титана от хлористых солей и неиспользованного восстановителя. Вакуум-термическая очистка губчатого титана. Теоретические основы метода. Технология, аппаратура (предпочтительные тенденции создания новых, более технологичных аппаратов), контроль и регулирование процесса вакуумной сепарации. Извлечение титановой губки из реакторов и ее обработка. Качество титановой губки.</p>
--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ МЕТАЛЛУРГИЯ ТИТАНА И МАГНИЯ

Электронные ресурсы (издания)

1. Богатырева, Е. В. Производство тугоплавких редких металлов. *Металлургия титана и его соединений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Богатырева Е. В. — Москва : МИСИС, 2019. — 161 с. — Дopusчено Федеральным Учебно-методическим объединением по укрупненной группе специальностей и направлений 22.00.00 «Технологии материалов» в качестве учебного пособия при подготовке магистров, обучающихся по направлению 22.04.02 «Металлургия» .— Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки .— ISBN 978-5-907226-22-7 .— <URL:https://e.lanbook.com/book/128991>.*
2. Воронов, Г. В. Оценка и пути достижения экологической чистоты металлургического производства / Воронов Г.В., Карелов С.В., Сергеев В.А., Советкин В.Л., Ярошенко Ю.Г. — УМК .— 2007 .— рабочая программа, учебник, метод указания к практическим занятиям в 5 частях .— в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=5252>.

Печатные издания

1. Тарасов, Андрей Владимирович. *Металлургия титана : Учеб. пособие для студентов металлург. и авиац. вузов / А. В. Тарасов .— М. : Академкнига, 2003 .— 328 с. : ил. ; 22 см .— (Учебники для вузов) .— Библиогр.: с. 326-327. — ISBN 5-946280-41-4 : 470.25. Всего экземпляров 20.*
2. Лебедев, Владимир Александрович. *Металлургия магния : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия цв. металлов" / В. А. Лебедев, В. И. Седых ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2010 .— 173 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 172 (11 назв.). — Рекомендовано в качестве учебного пособия .— ISBN 978-5-8038-0645-5. Всего экземпляров 50.*

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://www.journals.cambridge.org> — база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press

<http://search.ebscohost.com> — база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing

<http://apps.webofknowledge.com> — база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://library.urfu.ru> – сайт зональной научной библиотеки УрФУ, портал мультимедийных ресурсов;

<http://elibrary.ru> – E-Library, научная электронная библиотека

2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2

МЕТАЛЛУРГИЯ ТИТАНА И МАГНИЯ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Лекции; Практические занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов;	г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 52, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Лабораторная мебель на 8 рабочих мест. рН- метр Анион-4100.-2 шт. Весы лабораторные технические А&D GR-200 -2 шт. Мешалка магнитная ММЗ -5 шт. Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2 Потенциостат П-582 Титровальный стол -2 шт. Титратор лабораторный АТП-01D-50 Шкаф сушильный СНОЛ 24/2 Кондуктомер лабораторный -2 шт. Мельница роторная ножевая ЛМ 202 Мешалка магнитная ES-6120 с подогревом-2 шт. Мешалка верхнеприводная ES-8300 Насос НВМ-1,6 вакуумный мембранный безмасляный Весы ЕК - 300i Дистиллятор ДЭ-4	Не требуется
	Лекции; Практические занятия; Консультации;	г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 74, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций,	"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное

	<p>Самостоятельная работа студентов;</p>	<p>текущего контроля и промежуточной аттестации, для курсового проектирования, Учебная мебель на 50 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул) Доска учебная меловая. Epson EB-X9LCD 2500lm Экран Projecta Rro RroSCREEN 213*280 Компьютер i5-3470 Кондиционер LG</p>	<p>ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ;</p>
--	--	--	--

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ МЕТАЛЛУРГИЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 3 ПРОИЗВОДСТВО ГЛИНОЗЕМА

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 3 ПРОИЗВОДСТВО ГЛИНОЗЕМА

1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- Смешанное обучение с использованием онлайн-курса;
- Исключительно электронное обучение с использованием онлайн-курса.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1.2

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
<p>ОПК-1 - готовностью использовать фундаментальные общинженерные знания;</p> <p>ОПК-4 - готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач;</p> <p>ОПК-5 - способностью применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;</p> <p>ПК-2 - способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы;</p> <p>ПК-4 - готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы;</p> <p>ПК-5 - способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов;</p> <p>ПК-9 - готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач.</p>	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы основных технологических процессов производства и обработки цветных металлов, устройства и оборудования для их осуществления; - Природу и основные закономерности протекания химических и физико-химических реакций протекающих в процессах и аппаратах цветной металлургии; - Минерально-сырьевую базу производства; - Технологически и экономически обоснованные правила выбора основных; параметров для технологических процессов цветной металлургии с учетом влияния внешних факторов, требований безопасной, эффективной эксплуатации оборудования и стоимости; - Природу химических реакций, используемых в металлургических производствах; - Физические и химические свойства, способы получения металлов и их соединений; - Природу фазовых превращений в металлургических системах; - Основные принципы и законы термодинамики и кинетики, механизмы процессов выщелачивания, разделения и осаждения металлов, концентрирования растворов, закономерности обезвоживания пульп и промывки осадков; - Закономерности, лежащие в основе интенсификации гидromеталлургических процессов, и предпосылки, используемые при создании схем, замкнутых по растворителю - Принципы действия устройств и оборудования для осуществления технологических процессов; - Форму нахождения химических элементов в минеральном сырье; - Способы расчетов основного технологического

оборудования и материальных балансов технологических процессов;

- Принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы;
- Основные научно-технические проблемы и перспективы развития глиноземного производства в свете мировых тенденций научно-технического прогресса;
- Основное технологическое оборудование, применяемое в процессах цветной металлургии.

Умения:

- Анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния;
- Использовать справочную литературу для выполнения расчетов;
- Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки цветных металлов;
- Осуществлять и корректировать технологические процессы в цветной металлургии;
- Осуществлять выбор сырья,
- Решать вопросы, связанные с подготовкой материалов к переработке, транспортом растворов и пульп, снабжением аппаратов такими энергоносителями, как вода, пар, сжатый воздух;
- Применять основные и вспомогательные материалы для технологических процессов цветной металлургии с учетом влияния внешних факторов и требований безопасной и эффективной эксплуатации оборудования и стоимости;
- Принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в металлургии;
- Экономически и технологически обосновывать выбор оборудования при проектировании цехов и участков цветной металлургии;
- Применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач;
- Выполнять и читать чертежи основного оборудования;
- Пользоваться учебно-методической и научно-технической литературой.

Иметь опыт/Владеть:

- Навыками научного анализа конкретных процессов переработки сырья, подготовки рекомендации по их интенсификации
- Навыками расчета материального баланса предлагаемой аппаратурно-технологической схемы, а так же расчета основного и вспомогательного оборудования, используемого в предлагаемой схеме;
- Основными физико-химическими методами расчета

	<p>металлургических процессов</p> <ul style="list-style-type: none"> - Опыт выбора материалов и оборудования для технологических процессов и цехов; - Демонстрировать первичный опыт планирования и проведения экспериментов; - Владеть металлургической терминологией.
--	--

1.3. Содержание дисциплины

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
<i>P1</i>	Введение	Обзор производственной технологии ведущих предприятий алюминиевой промышленности России и мира.
<i>P2</i>	Технология производства глинозема по способу Байера и различные модификации способа	Технологическая схема производства глинозема по способу Байера, основные химические реакции и поведение примесей. Основные переделы способа и факторы определяющие их работу. Аппаратурно-технологические схемы переделов, применяемое оборудование и принцип его действия.
<i>P3</i>	Совершенствование технологий при переработке алюминийсодержащего сырья способом Байера	Нововведения на передовых глиноземных предприятий России и мира в области выщелачивания бокситов, сгущения красного шлама, декомпозиции, выпаривания маточных растворов и кальцинации.
<i>P4</i>	Технология производства глинозема по способу спекания и различные модификации способа	Технологическая схема производства глинозема по способу спекания, основные химические реакции и поведение примесей в процессе спекания. Основные переделы способа и факторы определяющие их работу. Аппаратурно-технологические схемы переделов, применяемое оборудование и принцип его действия.
<i>P5</i>	Комбинированные способы получения глинозема	Технологическая схема производства глинозема по способу Байер-спекания (параллельный вариант). Аппаратурно-технологические схемы переделов, применяемое оборудование и принцип его действия. Технологическая схема производства глинозема по способу Байер-спекания (последовательный вариант). Аппаратурно-технологические схемы переделов, применяемое оборудование и принцип его действия.
<i>P6</i>	Способы производства глинозема из небокситового сырья	Получение глинозема из алунинов, алюмосодержащих зол и нефелинов. Технология производства и химизм процессов.
<i>P7</i>	Комплексная переработка глиноземсодержащего сырья с получением	Попутное получение галлия, ванадия, иттрия, скандия, железного концентрата и других полезных компонентов при производстве глинозема.

	сопутствующих элементов	Безотходные технологии производства глинозема. Комплексная переработка красных шламов глиноземного производства.
P8	Принципы и методы определения технологии переработки алюминийсодержащего сырья	Технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии при производстве глинозема. Экономическое и технологическое обоснование выбора технологии и оборудования при проектировании цехов и участков.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОИЗВОДСТВО ГЛИНОЗЕМА»

Электронные ресурсы (издания)

1. Кырчиков, А. В. *Производство глинозема / Кырчиков А.В., Логинова И.В. — Ссылка .— 2013 .— .— в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11678>.*
2. Логинова, И. В. *Производство глинозема этап 2 / Логинова И.В. — Ссылка .— 2014 .— 4 - 3D динамических иллюстраций демонстрирующих физико-химических превращений, отражающие процессы алюминиевой промышленности и работу оборудования в 3D max. — в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=12062>.*

Печатные издания

1. *Производство глинозема : Учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов" / А. И. Лайнер, Н. И. Еремин, Ю. А. Лайнер, И. З. Певзнер .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Metallurgia, 1978 .— 344 с. : ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 331-322. — 1.20. Всего экземпляров 41.*

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- <http://www.journals.cambridge.org> — база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press
- <http://search.ebscohost.com> — база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing
- <http://apps.webofknowledge.com> — база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://library.urfu.ru> — сайт зональной научной библиотеки УрФУ, портал мультимедийных ресурсов;
- <http://elibrary.ru> — E-Library, научная электронная библиотека

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 3

ПРОИЗВОДСТВО ГЛИНОЗЕМА

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Лекции; Практические занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов;	г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 80, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для курсового проектирования, Лабораторная мебель на 8 рабочих мест. Доска учебная меловая Вакуумный сушильный шкаф ВШ. Вытяжной шкаф Вакуумная установка для фильтрации суспензий Магнитная мешалка ПЭ-6110 Прибор вакуумного фильтрования ПВФ-35/2Э рН – метр рН-410 -4 шт. Весы аналитические – АХ-200 Встряхиватель ЛАБ-ПУ-011. Фотоколориметр КФК-3 Лабораторная установка с реакторами для выщелачивания боксита Лабораторная установка для карбонизации алюминатных растворов Установка для сгущения суспензий Аппаратурно-технологическая схема производства глинозема по параллельному варианту Байер-спекание	Не требуется
	Лекции; Практические занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов;	г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 74, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для курсового проектирования, Учебная мебель на 50 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул) Доска учебная меловая. Epson EB-X9LCD 2500lm Экран Projecta Rro RroSCREEN 213*280 Компьютер i5-3470 Кондиционер LG	"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ;