

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
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1152582	Производство титановых сплавов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Metallurgy of titanium	Код ОП 1. 22.03.02/33.03
Направление подготовки 1. Metallurgy	Код направления и уровня подготовки 1. 22.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лозовая Елизавета Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов
2	Некрасов Илья Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Производство титановых сплавов

1.1. Аннотация содержания модуля

В состав модуля включены дисциплины, содержание которых направлено на формирование компетенций в области производства титановых сплавов, умений применения физико-химических и теплофизических закономерностей к изучаемым процессам, освоения знаний об устройстве агрегатов и технологиях производства, овладения методами решения инженерных задач повышения эффективности и совершенствования технологических процессов. В процессе последовательного освоения дисциплин модуля изучаются сквозные технологии получения титановых сплавов требуемого качества, начиная с характеристик и подготовки титанового сырья и заканчивая готовой продукцией, с учетом современных достижений металлургической науки. Прорабатываются вопросы технологии производства сплавов и совершенствования их качества за счет проведения специальных переплавных процессов, устройства и принципов работы основных агрегатов и цехов спецэлектрометаллургии для производства сплавов на основе титана, формируются навыки управления технологическими режимами с целью обеспечения работы агрегатов с заданной производительностью и получения продуктов требуемого качества. Проблемное обучение, применяемое в процессе изучения разделов дисциплин основано на разборе реальных производственных проблем и поиске их решений. Изучение дисциплин модуля завершается выполнением и защитой проекта по модулю, предусматривающий анализ существующих технологий производства титановых сплавов и способов их совершенствования, проведения технологических расчетов и выбора типа агрегата для организации технологии.

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
1	Проект по модулю "Производство титановых сплавов"	1
2	Металлургия титана	4
3	Технологии выплавки титановых сплавов	9
4	Вторичная металлургия титана	3
5	Оборудование цехов плавильного производства	6
ИТОГО по модулю:		23

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Вторичная металлургия титана	ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию	<p>З-2 - Сформулировать основные мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности выплавки титановых сплавов</p> <p>З-3 - Сформулировать основные критерии эффективности процессов получения титановых сплавов</p> <p>У-2 - Анализировать технологические режимы процессов и выявлять факторы, оказывающие доминирующее влияние на эффективность выплавки титановых сплавов</p> <p>У-3 - Сравнить эффективность основных мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности процессов выплавки титановых сплавов</p> <p>П-2 - Предлагать технологические мероприятия, направленные на совершенствование процессов черной металлургии, используя компьютерные методы расчета технологического режима</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов</p>
	ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения	<p>З-1 - Объяснять основные положения теории плавильных процессов</p> <p>З-2 - Описать технико-экономические показатели плавильных процессов.</p> <p>З-3 - Сформулировать зависимость целевого технологического результата для каждого этапа технологической схемы производства титановых сплавов от величины основных управляемых технологических параметров.</p>

		<p>У-1 - Обосновать оптимальные значения технологических параметров, контролируемых по завершению каждого технологического этапа для заданных набора технологического оборудования, технологии электроплавки</p> <p>У-2 - Оценивать технико-экономические показатели электрометаллургического производства с учетом особенностей оборудования и технологии. используя методы расчета технологических параметров процессов</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологической схемы электроплавки, выпечной обработки и разлива для заданной марки, сырьевой базы и требуемого объема производства</p> <p>П-2 - Сделать вывод о технико-экономической эффективности электрометаллургического процесса исходя из данных мониторинга технологических параметров.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в целом</p>	<p>З-3 - Объяснять назначение, устройство и принцип действия основного оборудования для выплавки титановых сплавов</p> <p>З-4 - Характеризовать методики расчетов конструкции основного оборудования цехов плавильного производства титановых сплавов</p> <p>З-5 - Характеризовать методики расчетов основного технологического оборудования цехов плавильного производства, с учетом назначения, производительности, используемого варианта технологии, целевого марочного сортамента, состава шихты, типоразмера заготовки, производственной логистики, минимизации влияния на окружающую среду.</p> <p>У-1 - Анализировать результаты технологических расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима процессов черной металлургии</p>

		<p>У-2 - Выбирать методы балансовых и технологических расчетов процессов получения черных металлов в зависимости от типа технологической задачи, анализировать результаты расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты конструкторских расчетов основного технологического оборудования цехов черной металлургии.</p> <p>П-2 - Выполнять проектные расчеты основного оборудования для выплавки титановых сплавов для заданных требований к объему производства и качеству продуктов плавки</p> <p>П-3 - Выполнять в рамках проектных заданий конструкторские расчеты основного технологического оборудования цехов плавильного производства.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении расчетных работ</p>
	<p>ПК-19 - Способен организовать процессы вспомогательных и основных операций при пирометаллургическом производстве цветных металлов</p>	<p>З-1 - Характеризовать технологические процессы производства титановых сплавов, перечислив целевые технологические результаты для каждого технологического этапа и плавильного процесса в целом</p> <p>З-2 - Объяснять назначение, принцип работы и устройство основного технологического оборудования плавильных цехов</p> <p>У-1 - Выбрать шихтовку плавки и обосновать последовательность технологических операций на каждом технологическом этапе выплавки титановых сплавов в зависимости от заданной номенклатуры продукции, имеющегося производственного оборудования и его технологических возможностей</p> <p>У-2 - Анализировать технологические режимы и выявлять факторы, оказывающие доминирующее влияние на эффективность процессов выплавки титановых сплавов.</p>

		<p>У-3 - Обосновывать мероприятия, направленные на повышение эксплуатационной надежности оборудования и увеличения сроков его службы при выплавке титановых сплавов.</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологических параметров при изменении технологических условий, с целью совершенствования и оптимизации технико-экономических показателей выплавки титановых сплавов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>
Металлургия титана	<p>ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию</p>	<p>З-2 - Сформулировать основные мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности выплавки титановых сплавов</p> <p>З-3 - Сформулировать основные критерии эффективности процессов получения титановых сплавов</p> <p>У-2 - Анализировать технологические режимы процессов и выявлять факторы, оказывающие доминирующее влияние на эффективность выплавки титановых сплавов</p> <p>У-3 - Сравнить эффективность основных мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности процессов выплавки титановых сплавов</p> <p>П-2 - Предлагать технологические мероприятия, направленные на совершенствование процессов черной металлургии, используя компьютерные методы расчета технологического режима</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов</p>
	<p>ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по</p>	<p>З-1 - Объяснять основные положения теории плавильных процессов</p>

<p>производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения</p>	<p>З-2 - Описать технико-экономические показатели плавильных процессов.</p> <p>З-3 - Сформулировать зависимость целевого технологического результата для каждого этапа технологической схемы производства титановых сплавов от величины основных управляемых технологических параметров.</p> <p>У-1 - Обосновать оптимальные значения технологических параметров, контролируемых по завершению каждого технологического этапа для заданных набора технологического оборудования, технологии электроплавки</p> <p>У-2 - Оценивать технико-экономические показатели электрометаллургического производства с учетом особенностей оборудования и технологии. используя методы расчета технологических параметров процессов</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологической схемы электроплавки, внепечной обработки и разливки для заданной марки, сырьевой базы и требуемого объема производства</p> <p>П-2 - Сделать вывод о технико-экономической эффективности электрометаллургического процесса исходя из данных мониторинга технологических параметров.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
<p>ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в целом</p>	<p>З-3 - Объяснять назначение, устройство и принцип действия основного оборудования для выплавки титановых сплавов</p> <p>З-4 - Характеризовать методики расчетов конструкции основного оборудования цехов плавильного производства титановых сплавов</p> <p>З-5 - Характеризовать методики расчетов основного технологического оборудования цехов плавильного производства, с учетом назначения, производительности, используемого варианта технологии, целевого марочного сортамента, состава шихты, типоразмера заготовки,</p>

		<p>производственной логистики, минимизации влияния на окружающую среду.</p> <p>У-1 - Анализировать результаты технологических расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима процессов черной металлургии</p> <p>У-2 - Выбирать методы балансовых и технологических расчетов процессов получения черных металлов в зависимости от типа технологической задачи, анализировать результаты расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты конструкторских расчетов основного технологического оборудования цехов черной металлургии.</p> <p>П-2 - Выполнять проектные расчеты основного оборудования для выплавки титановых сплавов для заданных требований к объему производства и качеству продуктов плавки</p> <p>П-3 - Выполнять в рамках проектных заданий конструкторские расчеты основного технологического оборудования цехов плавильного производства.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении расчетных работ</p>
	<p>ПК-19 - Способен организовать процессы вспомогательных и основных операций при пирометаллургическом производстве цветных металлов</p>	<p>З-1 - Характеризовать технологические процессы производства титановых сплавов, перечислив целевые технологические результаты для каждого технологического этапа и плавильного процесса в целом</p> <p>З-2 - Объяснять назначение, принцип работы и устройство основного технологического оборудования плавильных цехов</p> <p>У-1 - Выбрать шихтовку плавки и обосновать последовательность технологических операций на каждом технологическом этапе выплавки титановых сплавов в зависимости от заданной номенклатуры продукции, имеющегося</p>

		<p>производственного оборудования и его технологических возможностей</p> <p>У-2 - Анализировать технологические режимы и выявлять факторы, оказывающие доминирующее влияние на эффективность процессов выплавки титановых сплавов.</p> <p>У-3 - Обосновывать мероприятия, направленные на повышение эксплуатационной надежности оборудования и увеличения сроков его службы при выплавке титановых сплавов.</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологических параметров при изменении технологических условий, с целью совершенствования и оптимизации технико-экономических показателей выплавки титановых сплавов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>
<p>Оборудование цехов плавильного производства</p>	<p>ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию</p>	<p>З-2 - Сформулировать основные мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности выплавки титановых сплавов</p> <p>З-3 - Сформулировать основные критерии эффективности процессов получения титановых сплавов</p> <p>У-2 - Анализировать технологические режимы процессов и выявлять факторы, оказывающие доминирующее влияние на эффективность выплавки титановых сплавов</p> <p>У-3 - Сравнить эффективность основных мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности процессов выплавки титановых сплавов</p> <p>П-2 - Предлагать технологические мероприятия, направленные на совершенствование процессов черной металлургии, используя компьютерные методы расчета технологического режима</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с</p>

		<p>целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов</p>
	<p>ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения</p>	<p>З-1 - Объяснять основные положения теории плавильных процессов</p> <p>З-2 - Описать технико-экономические показатели плавильных процессов.</p> <p>З-3 - Сформулировать зависимость целевого технологического результата для каждого этапа технологической схемы производства титановых сплавов от величины основных управляемых технологических параметров.</p> <p>У-1 - Обосновать оптимальные значения технологических параметров, контролируемых по завершению каждого технологического этапа для заданных набора технологического оборудования, технологии электроплавки</p> <p>У-2 - Оценивать технико-экономические показатели электрометаллургического производства с учетом особенностей оборудования и технологии. используя методы расчета технологических параметров процессов</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологической схемы электроплавки, внепечной обработки и разливки для заданной марки, сырьевой базы и требуемого объема производства</p> <p>П-2 - Сделать вывод о технико-экономической эффективности электрометаллургического процесса исходя из данных мониторинга технологических параметров.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в целом</p>	<p>З-3 - Объяснять назначение, устройство и принцип действия основного оборудования для выплавки титановых сплавов</p> <p>З-4 - Характеризовать методики расчетов конструкции основного оборудования цехов плавильного производства титановых сплавов</p>

		<p>З-5 - Характеризовать методики расчетов основного технологического оборудования цехов плавильного производства, с учетом назначения, производительности, используемого варианта технологии, целевого марочного сортамента, состава шихты, типоразмера заготовки, производственной логистики, минимизации влияния на окружающую среду.</p> <p>У-1 - Анализировать результаты технологических расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима процессов черной металлургии</p> <p>У-2 - Выбирать методы балансовых и технологических расчетов процессов получения черных металлов в зависимости от типа технологической задачи, анализировать результаты расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты конструкторских расчетов основного технологического оборудования цехов черной металлургии.</p> <p>П-2 - Выполнять проектные расчеты основного оборудования для выплавки титановых сплавов для заданных требований к объему производства и качеству продуктов плавки</p> <p>П-3 - Выполнять в рамках проектных заданий конструкторские расчеты основного технологического оборудования цехов плавильного производства.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении расчетных работ</p>
	<p>ПК-18 - Способен выбирать основное и вспомогательное технологическое оборудование для производства легких цветных металлов и их сплавов</p>	<p>З-1 - Различать особенности технологического оборудования цехов плавильного производства, его относительные преимущества и недостатки.</p> <p>У-1 - Обосновано подбирать основное и вспомогательное оборудование с учетом современных тенденций плавильного производства</p>

		<p>У-2 - Обосновать объемно-планировочное решение размещения основного и вспомогательного оборудования в цехе плавильного производства для заданной технологии.</p> <p>П-1 - Выполнять задания по расчету и подбору основного и вспомогательного оборудования с учетом исходных данных о сырьевой базе и потребности в продукции</p> <p>П-2 - Осуществить обоснованный выбор в рамках проектного задания основного и вспомогательного технологического оборудования и его размещения в плавильном цехе для реализации продукции регламентированного качества в необходимом количестве по заданной технологии.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе с нормативно-технической документацией, со специальной литературой</p>
	<p>ПК-19 - Способен организовать процессы вспомогательных и основных операций при пирометаллургическом производстве цветных металлов</p>	<p>З-1 - Характеризовать технологические процессы производства титановых сплавов, перечислив целевые технологические результаты для каждого технологического этапа и плавильного процесса в целом</p> <p>З-2 - Объяснять назначение, принцип работы и устройство основного технологического оборудования плавильных цехов</p> <p>У-1 - Выбрать шихтовку плавки и обосновать последовательность технологических операций на каждом технологическом этапе выплавки титановых сплавов в зависимости от заданной номенклатуры продукции, имеющегося производственного оборудования и его технологических возможностей</p> <p>У-2 - Анализировать технологические режимы и выявлять факторы, оказывающие доминирующее влияние на эффективность процессов выплавки титановых сплавов.</p> <p>У-3 - Обосновывать мероприятия, направленные на повышение эксплуатационной надежности</p>

		<p>оборудования и увеличения сроков его службы при выплавке титановых сплавов.</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологических параметров при изменении технологических условий, с целью совершенствования и оптимизации технико-экономических показателей выплавки титановых сплавов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>
<p>Проект по модулю "Производство титановых сплавов"</p>	<p>ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию</p>	<p>П-1 - Самостоятельно выполнять термодинамические расчеты, расчетов параметров движения сыпучих сред, жидкости и газов.</p> <p>П-2 - Предлагать технологические мероприятия, направленные на совершенствование процессов черной металлургии, используя компьютерные методы расчета технологического режима</p> <p>П-3 - Оформлять отчет по научно-исследовательской работе в соответствии с установленными требованиями</p> <p>П-4 - Разрабатывать на основе имеющегося математического описания компьютерные модели для проведения вычислительного эксперимента и систем поддержки принятия решений</p>
	<p>ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения</p>	<p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологической схемы электроплавки, внепечной обработки и разлива для заданной марки, сырьевой базы и требуемого объема производства</p> <p>П-2 - Сделать вывод о технико-экономической эффективности электрометаллургического процесса исходя из данных мониторинга технологических параметров.</p>
	<p>ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям</p>	<p>П-1 - Самостоятельно выполнять в рамках заданий инженерные расчеты с целью обоснования оптимальных технологических параметров электроплавки.</p>

	и всему производству в целом	<p>П-2 - Выполнять проектные расчеты основного оборудования для выплавки титановых сплавов для заданных требований к объему производства и качеству продуктов плавки</p> <p>П-3 - Выполнять в рамках проектных заданий конструкторские расчеты основного технологического оборудования цехов плавильного производства.</p>
Технологии выплавки титановых сплавов	<p>ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию</p>	<p>З-2 - Сформулировать основные мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности выплавки титановых сплавов</p> <p>З-3 - Сформулировать основные критерии эффективности процессов получения титановых сплавов</p> <p>У-2 - Анализировать технологические режимы процессов и выявлять факторы, оказывающие доминирующее влияние на эффективность выплавки титановых сплавов</p> <p>У-3 - Сравнить эффективность основных мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности процессов выплавки титановых сплавов</p> <p>П-2 - Предлагать технологические мероприятия, направленные на совершенствование процессов черной металлургии, используя компьютерные методы расчета технологического режима</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов</p>
	<p>ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения</p>	<p>З-1 - Объяснять основные положения теории плавильных процессов</p> <p>З-2 - Описать технико-экономические показатели плавильных процессов.</p> <p>З-3 - Сформулировать зависимость целевого технологического результата для каждого этапа технологической схемы производства титановых сплавов от величины основных управляемых технологических параметров.</p>

		<p>У-1 - Обосновать оптимальные значения технологических параметров, контролируемых по завершению каждого технологического этапа для заданных набора технологического оборудования, технологии электроплавки</p> <p>У-2 - Оценивать технико-экономические показатели электрометаллургического производства с учетом особенностей оборудования и технологии. используя методы расчета технологических параметров процессов</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологической схемы электроплавки, выпечки и разлива для заданной марки, сырьевой базы и требуемого объема производства</p> <p>П-2 - Сделать вывод о технико-экономической эффективности электрометаллургического процесса исходя из данных мониторинга технологических параметров.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в целом</p>	<p>З-3 - Объяснять назначение, устройство и принцип действия основного оборудования для выплавки титановых сплавов</p> <p>З-4 - Характеризовать методики расчетов конструкции основного оборудования цехов плавильного производства титановых сплавов</p> <p>З-5 - Характеризовать методики расчетов основного технологического оборудования цехов плавильного производства, с учетом назначения, производительности, используемого варианта технологии, целевого марочного сортамента, состава шихты, типоразмера заготовки, производственной логистики, минимизации влияния на окружающую среду.</p> <p>У-1 - Анализировать результаты технологических расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима процессов черной металлургии</p>

		<p>У-2 - Выбирать методы балансовых и технологических расчетов процессов получения черных металлов в зависимости от типа технологической задачи, анализировать результаты расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты конструкторских расчетов основного технологического оборудования цехов черной металлургии.</p> <p>П-2 - Выполнять проектные расчеты основного оборудования для выплавки титановых сплавов для заданных требований к объему производства и качеству продуктов плавки</p> <p>П-3 - Выполнять в рамках проектных заданий конструкторские расчеты основного технологического оборудования цехов плавильного производства.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении расчетных работ</p>
	<p>ПК-19 - Способен организовать процессы вспомогательных и основных операций при пирометаллургическом производстве цветных металлов</p>	<p>З-1 - Характеризовать технологические процессы производства титановых сплавов, перечислив целевые технологические результаты для каждого технологического этапа и плавильного процесса в целом</p> <p>З-2 - Объяснять назначение, принцип работы и устройство основного технологического оборудования плавильных цехов</p> <p>У-1 - Выбрать шихтовку плавки и обосновать последовательность технологических операций на каждом технологическом этапе выплавки титановых сплавов в зависимости от заданной номенклатуры продукции, имеющегося производственного оборудования и его технологических возможностей</p> <p>У-2 - Анализировать технологические режимы и выявлять факторы, оказывающие доминирующее влияние на эффективность процессов выплавки титановых сплавов.</p>

		<p>У-3 - Обосновывать мероприятия, направленные на повышение эксплуатационной надежности оборудования и увеличения сроков его службы при выплавке титановых сплавов.</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор технологических параметров при изменении технологических условий, с целью совершенствования и оптимизации технико-экономических показателей выплавки титановых сплавов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Металлургия титана

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Некрасов Илья Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие сведения о титане	Краткая историческая справка. Свойства титана. Области применения.
P2	Характеристика титанового сырья	Основные минералы титана. Месторождения титановых руд в России. Перспективы развития сырьевой базы
P3	Производство титанового шлака	Технологическая схема процесса производства титана магнетермическим методом. Способы подготовки титанового концентрата к плавке. Физико-химические основы восстановительного процесса рудотермической плавки. Кинетика восстановления титанатов железа. Типы шихты для получения шпачков. 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.
P4	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. Производимость шахтного хлоратора непрерывного действия. Хлорирование титановых шлаков или рутила в

		<p>солевом расплаве хлоридов щелочных металлов. Краткая историческая справка создания солевого хлоратора.</p> <p>Достоинства и недостатки хлораторов прямо-угольного и цилиндрического типов. Технология хлорирования титановых шлаков в расплаве хлоридов. Преимущества и особенности способа. Хлорирование в аппаратах с кипящим споем.</p> <p>Конденсация и разделение продуктов хлорирования. Системы конденсации с возвратом пульпы в расплавные хлораторы</p>
P5	Очистка технического тетрахлорида титана от примесей	<p>Физические и химические методы очистки тетрахлорида титана. Химические методы очистки от алюминия и ванадия.</p> <p>Очистка от твердых веществ. Очистка тетрахлорида титана способом ректификации. Теоретические основы и практика способа. Характеристика чистоты тетрахлорида титана.</p> <p>Попутное из-влечение 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.</p>
P6	Восстановление титана и вакуумная сепарация реакционной массы	<p>Восстановление оксидов титана кальцием, гидридом кальция, магнием и другими восстановителями. Состав получаемых продуктов и области их использования.</p> <p>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.</p> <p>Оборотная реторта. Работы по созданию 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.</p> <p>Вакуум-термическая очистка губчатого титана. Теоретические основы метода. Технология, аппаратура (предпочтительные тенденции создания новых, более технологичных аппаратов), контроль и регулирование процесса вакуумной сепарации.</p> <p>Извлечение титановой губки из реакторов и ее обработка. Качество титановой губки.</p>
P7	Переработка и сортировка титановой губки	<p>Источники примесей в губчатом титане и их поведение в процессе его получения. Физико-химические свойства титановой губки. Требования к качеству губчатого титана.</p> <p>Характеристика губчатого титана как объекта механической обработки. Методы переработки и сортировки губчатого титана.</p>

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию	Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов
			ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения	Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
			ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в целом	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении расчетных работ
			ПК-19 - Способен организовать процессы вспомогательных и основных операций при пирометаллургическом производстве цветных металлов	Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Металлургия титана

Электронные ресурсы (издания)

1. Бочвар, А. А.; Основы термической обработки сплавов; Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, Москва, Ленинград; 1940; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105644> (Электронное издание)
2. Павлов, В. А.; Термическая обработка металлов и сплавов : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/92373.html> (Электронное издание)
3. Павлов, В. А., Жданова, А. В.; Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106523.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Павлов, В. А., Жданов, А. В.; Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)
2. Евстюхин, А. И.; Титан и его сплавы : Сб. переводов ст. из иностр. период. лит. Ч. 1. ; Иностр. лит., Москва; 1953 (1 экз.)
3. Цвиккер, Цвиккер У., Елютин, О. П., Глазунов, С. Г.; Титан и его сплавы : [монография] : пер с нем..; Металлургия, Москва; 1979 (7 экз.)
4. Томашов, Н. Д.; Титан и коррозионностойкие сплавы на его основе; Металлургия, Москва; 1985 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Металлургия титана

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>

		санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Kaspersky Anti-Virus 2014
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Технологии выплавки титановых сплавов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Некрасов Илья Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P-1	Современная металлургия титана	История металлургии титана. Свойства титана и ряда его химических соединений. Области применения титана и его сплавов. Титановые минералы, руды, концентраты. Производство химических соединений титана. Выплавка титанового шлака из ильменита. Производство четырёххлористого титана. Способы производства титана. Рафинирование титана. Производство компактного титана, слитков.
P-2	Проблемы качества титанового слитка	Обзор проблем качества титанового слитка. Основные причины, методы контроля качества. Теоретические основы кристаллизации и затвердевания металлических расплавов.
P-3	Условия кристаллизации и затвердевания	Заполнение формы, затвердевание и кристаллизация металлического расплава. Понятие жидкотекучести металлических расплавов. Теория кристаллизации. Условия зарождения новой фазы. Термическое и концентрационное переохлаждение. Диаграммы состояния сплавов на основе титана. Ликвация. Примеси и их поведение в процессе кристаллизации.
P-4	Особенности кристаллизации сплавов титана в медном водохлаждаемом кристаллизаторе	Влияние геометрии электрода на условия его плавления и параметров кристаллизации. Особенности конструкции кристаллизаторов. Способы дополнительного воздействия на процессы формирования слитка в медном водохлаждаемом кристаллизаторе.
P-5	Взаимосвязь технологических параметров	Основы управления кристаллизацией и формированием слитка. Анализ комплексного воздействия технологических

	со структурой титанового слитка	параметров процесса выплавки титановых сплавов на формирование слитка заданной структуры и свойств
Р-6	Дефекты титанового слитка	Факторы, обеспечивающие получение здорового титанового слитка. Методы выявления дефектов. Способы предотвращения образования дефектов титанового слитка в условиях плавки в ВДП и ГРЭ. Рафинирование сплавов от примесей. Анализ структуры, дефекты слитка и выработка рекомендаций по совершенствованию технологии выплавки.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию	Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов
			ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения	Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
			ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности и при выполнении

			целом	расчетных работ
			ПК-19 - Способен организовать процессы вспомогательных и основных операций при пирометаллургическом производстве цветных металлов	Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии выплавки титановых сплавов

Электронные ресурсы (издания)

1. Павлов, В. А.; Термическая обработка металлов и сплавов : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/92373.html> (Электронное издание)
2. Бочвар, А. А.; Основы термической обработки сплавов; Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, Москва, Ленинград; 1940; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105644> (Электронное издание)
3. Павлов, В. А., Жданова, А. В.; Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106523.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Павлов, В. А., Жданов, А. В.; Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)
2. ; Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки : ГОСТ 19807-91 : Введ. в действие с 01.07.92 : Взамен ГОСТ 19807-74 : Изд. офиц.; Издательство стандартов, Москва; 1991 (0 экз.)
3. Томашов, Н. Д.; Титан и коррозионностойкие сплавы на его основе; Металлургия, Москва; 1985 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии выплавки титановых сплавов

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Вторичная металлургия титана

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Некрасов Илья Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P-1	Переработка отходов производства титана	Использование отходов при производстве титановых слитков и литых изделий. Применение отходов для производства металлокерамики. Использование отсевов титановой губки для рафинирования магния. Применение отходов для получения титановых покрытий. Варианты утилизации отходов в химической и металлургической отраслях. Термический метод рафинирования отходов титана. Электролитический метод рафинирования отходов титана.
P-2	Новые металлотермические процессы получения титана	Магниетермия в сжиженном слое частиц. Струйная натриетермия. Газофазная натриетермия. Механохимический синтез порошков. Плазмохимия.
P-3	Новые электрохимические процессы получения титана	Метод QITP электрохимической выплавки. Применение плазмотрона при электролизе титанового шлака. FFC-Cambridge-процесс. Os-процесс. Okabe-процесс. Восстановление тетрахлорида титана кальцием, растворённым в расплаве CaCl ₂ .
P-4	Аддитивные технологии	Технологии лазерного аддитивного производства металлических изделий. Селективное лазерное спекание (SLS). Прямое лазерное спекание металлов (DMLS). Селективное лазерное плавление (SLM). Электронно-лучевая плавка (ЭЛП). Металлические порошки для аддитивных технологий. Изделия 3D-технологий. Развитие 3D-технологий на Урале.

Р-5	Комплексная переработка титанового сырья	Комплексная переработка титан-содержащих руд и сырьевых материалов. Универсальная технологическая схема экстракции титана из титановых концентратов
-----	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию	Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов
			ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения	Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
			ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в целом	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности и при выполнении расчетных работ
			ПК-19 - Способен организовать процессы вспомогательных и	Д-1 - Демонстрировать интерес к профессионально

			основных операций при пирометаллургическом производстве цветных металлов	й деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вторичная металлургия титана

Электронные ресурсы (издания)

1. Павлов, В. А.; Термическая обработка металлов и сплавов : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/92373.html> (Электронное издание)
2. Павлов, В. А., Жданова, А. В.; Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106523.html> (Электронное издание)
3. Бочвар, А. А.; Основы термической обработки сплавов; Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, Москва, Ленинград; 1940; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105644> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Емельянов, В. С., Евстюхин, А. И., Шулов, В. А.; Теория процессов получения чистых металлов, сплавов и интерметаллидов : Учеб. пособие для студентов инж.-физ. и металлург. спец. вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1983 (5 экз.)
2. Павлов, В. А., Жданов, А. В.; Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)
3. Воскобойников, В. Г., Кудрин, В. А., Якушев, А. М.; Общая металлургия : Учеб. для вузов.; Металлургия, Москва; 1998 (22 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вторичная металлургия титана

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Kaspersky Anti-Virus 2014
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Kaspersky Anti-Virus 2014
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Kaspersky Anti-Virus 2014

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Kaspersky Anti-Virus 2014</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Оборудование цехов плавильного
производства

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лозовая Елизавета Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов
2	Мысик Виктор Федорович	кандидат технических наук, доцент	доцент	Металлургия железа и сплавов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Принципы классификации электропечей	Краткая характеристика дуговых, вакуумных дуговых и индукционных, плазменных, электрошлаковых и электронно-лучевых печей. Преобразование электрической энергии в тепловую. Электрическая дуга.
P2	Теплообмен в рабочем пространстве дуговой печи	Форма рабочего пространства. Условия теплообмена между дугой, ванной и кладкой. Классификация дуговых печей по способам теплообмена между ванной и кладкой. Выбор мощности трансформатора из условий обеспечения допустимой температуры футеровки. Основы расчета рациональных размеров ДСП и основные соотношения, обеспечивающие рациональный теплообмен, технологический процесс и технико-экономические показатели. Мощность, тепловые потери, основы их расчета.
P3	Механическое оборудование дуговых электропечей	Механическое оборудование дуговых электропечей и ВДП. Общая характеристика механического оборудования ДСП. Устройство и конструктивные особенности кожуха, сводового кольца, арматуры, окон, сливного желоба, механизмов наклона печи, перемешивания, подъема и спуска электродов, подъема и поворота свода, вращения ванны. Уплотнения электродных отверстий (экономайзеров) и типы их конструктивного исполнения в различных электросталеплавильных цехах России и за рубежом. Механизм зажима электродов и его влияние на работу печи. Современные системы и оборудование пыле газоочистных устройств, их конструктивное исполнение.

Р4	Электрооборудование ДСП, ВДП	Электрическая схема дуговых печей. Печной трансформатор. Устройство для переключения ступеней напряжения. Дроссель и его назначение в схеме силовой цепи. Методы регулирования мощности дуговой печи в зависимости от требований технологии. Короткая сеть. Электроды. Требования к ним, физико-химические свойства. Электрический режим работы печи и его регулирование по периодам плавки. Расчеты электрических параметров и характеристик ДСП.
Р5	Агрегаты и оборудование для производства ферро-сплавов	Рудовосстановительные печи непрерывного действия. Рафинировочные печи периодического действия. Внепечное производство ферросплавов в плавильных горнах с возможностью подогрева электрической дугой. Электрическая схема питания печей переменным и постоянным током. Самоспекающиеся электроды. Открытые, закрытые и герметичные печи. Система загрузки. Технология плавки. Электрические режимы. Технология выпуска и разлива сплава; грануляция; дробление и фракционирование. Технология переработки шлаков. Способы очистки газов.
Р6	Агрегаты и оборудование для переплавных процессов (ЭШП, ВДП, ВИП, ПДП, ЭЛП)	Подготовка исходных материалов для переплава; изготовление пресованных и литых расходуемых электродов; метод ГРЭ. Применение флюсов, их подготовка и подача в печь в твердом либо жидком виде. Механическое оборудование печей спецэлектрометаллургии. Электрооборудование печей спецэлектрометаллургии (трансформаторы, короткая сеть, способы подвода мощности к печам, источники питания печей переменным и постоянным током, электрический режим и его регулирование по периодам плавки). Преобразователи частоты. Вакуумное оборудование и способы создания вакуума.
Р7	Применение электрических печей для производства титана и его сплавов	Вакуумно-дуговые печи (ВДП) с расходуемым и не расходуемым электродом и методом ГРЭ, печи электрошлакового переплава (ЭШП) и установки электрошлакового литья (ЭШЛ), вакуумные индукционные печи (ВИП), плазменно-дуговые печи (ПДП), электронно-лучевые печи (ЭЛП). Применение электрических печей для плавки металлов и сплавов, имеющих высокое сродство к кислороду.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	проектная деятельность профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной	ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их	Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и

		ой деятельности Технология проектного образования Технология самостоятельной работы	сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию	анализа современных тенденций в области производства черных металлов
			ПК-16 - Способен разрабатывать типовые технологические процессы по производству легких цветных металлов и их сплавов, осуществлять контроль их выполнения	Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
			ПК-17 - Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в целом	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельность и при выполнении расчетных работ
			ПК-18 - Способен выбирать основное и вспомогательное технологическое оборудование для производства легких цветных металлов и их сплавов	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности и при работе с нормативно-технической документацией, со специальной литературой

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование цехов плавильного производства

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Проектирование цехов сталеплавильного производства : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <http://www.iprbookshop.ru/115161.html> (Электронное издание)
2. Павлов, , В. А., Жданова, , А. В.; Спецэлектротехнология сталей и сплавов : учебное пособие.;

Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106523.html> (Электронное издание)

3. Павлов, В. А.; Термическая обработка металлов и сплавов : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/92373.html> (Электронное издание)

4. Рощин, В. Е.; Электрометаллургия и металлургия стали : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617668> (Электронное издание)

Печатные издания

1. ; Проектирование электрометаллургических цехов : Учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия чер. металлов"; Вища школа, Киев; Донецк; 1987 (6 экз.)

2. Мысик, В. Ф., Лозовая, Е. Ю., Павлов, В. А.; Выбор и расчет оборудования электросталеплавильных цехов : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (5 экз.)

3. Мысик, В. Ф., Павлов, В. А.; Оборудование и проектирование цехов спецэлектрометаллургии : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (5 экз.)

4. Луценко, В. Т., Павлов, В. А.; Энергетические параметры и конструкция электросталеплавильных печей : конспект лекций.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (5 экз.)

5. Павлов, В. А., Жданов, А. В.; Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/2456 - электронный курс по дисциплине "Оборудование и специальные технологии производства стали".

https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3211 - электронный курс по дисциплине "Спецэлектрометаллургия стали".

https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/2444 - электронный курс по дисциплине "Выплавка титановых сплавов".

https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/2445 - электронный курс по дисциплине "Вторичная металлургия титана".

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

nbmgu.ru/search – Научная библиотека Московского Государственного Университета им. М. В.Ломоносова.

<http://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань", издательство "Лань"

<http://www.sciencedirect.com/> - Базы данных с полнотекстовыми публикациями в научных периодических изданиях Science Direct

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование цехов плавильного производства

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES