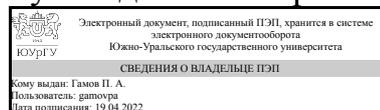


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



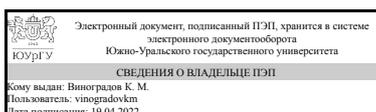
П. А. Гамов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.24.02 Metallургия цветных металлов  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Техника, технологии и строительство

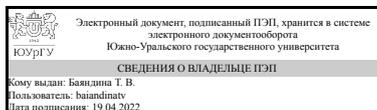
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



К. М. Виноградов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Т. В. Баяндина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины заключаются в следующем: - знакомство с основными металлургическими процессами, используемыми в производстве цветных металлов; - знакомство с современными технологиями переработки металлургического сырья и их аппаратным оформлением, направлениями их совершенствования, в т.ч. – с точки зрения экологичности, эффективного использования энергоресурсов и возможности безотходного производства; - знакомство с теоретическими основами и описанием конкретных металлургических процессов, основами технологических расчетов, выбора и расчета оборудования, основных показателей процессов. Задачами являются: - познакомить студентов с основными способами переработки металлургического сырья с целью комплексного извлечения цветных металлов, теоретические основы технологических процессов и зависимость результатов процессов от условий их реализации; - научить выполнять технологические расчеты производственных процессов производства цветных металлов, в т.ч. с использованием ЭВМ; - сформировать представления о способах переработки отходов и полупродуктов металлургического производства и способах комплексного использования полиметаллического сырья.

## Краткое содержание дисциплины

Введение Значение и роль тяжелых цветных металлов (ТЦМ) в промышленно развитых странах. Объемы производства и потребления ТЦМ в России и за рубежом. Распределение основных источников сырья, районы производства ТЦМ в России и за рубежом. основные области применения меди, никеля, свинца и цинка. основные районы цветной металлургии России. Раздел 2. Сырье для производства ТЦМ и принципы его переработки Руды и минералы цветных металлов. Сульфидные, окисленные и смешанные руды, их распространение в природе. Флюсы, применяемые в цветной металлургии. Принципы и способы получения металлов из руд, основы рафинирования металлов. Характеристика основных пирометаллургических процессов (обжиг, плавка, дистилляция). Шлаки цветной металлургии, шлаковые системы. Физико-химические свойства шлаков; требования, предъявляемые к шлакам. Составы шлаков. Влияние компонентов шлака на его свойства. Потери металлов со шлаками. Штейны цветной металлургии их состав и свойства. Физико-химические свойства сульфидных расплавов. Физико-химические основы гидрометаллургических процессов (выщелачивание, осаждение из растворов металлов или их соединений, электролиз растворов). Раздел 3. Металлургия меди Медные руды и минералы, их классификация. Физико-химические свойства меди и ее соединений. Принципы пирометаллургического способа получения меди. Современные способы переработки медных руд и концентратов. Обжиг медных концентратов, обоснование его целесообразности. Химизм процесса, продукты обжига, их состав. Устройство обжиговых печей, показатели процесса обжига медных концентратов. Отражательная плавка медной шихты, ее сущность. Физико-химические процессы, протекающие при отражательной плавке. Составы продуктов плавки. Особенности электроплавки медных концентратов в руднотермических печах. Плавка концентратов в шахтных печах: полупиритная, усовершенствованная пиритная, сократительная. Физико-химические процессы, протекающие при шахтной плавке. Показатели плавки концентрата на штейн. Конвертирование штейнов: химизм процесса, тепловая

работа агрегата. Состав продуктов конвертирования и основные показатели процесса. Огневое и электролитическое рафинирование меди: сущность процессов, оборудование. Показатели процессов рафинирования. ГОСТ на катодную медь. Переработка полупродуктов рафинирования (шлаки, шламы, электролит). Новые процессы пирометаллургического производства меди. Раздел 4. Metallургия никеля Никелевые руды и минералы. Современные схемы переработки никелевых руд и концентратов. Физико-химические свойства никеля и его соединений. Подготовка к плавке окисленных никелевых руд. Восстановительно-сульфидирующая плавка, химизм процесса. Штейны и шлаки, их состав и свойства. Конвертирование никелевых штейнов. Основные особенности процесса в сравнении с переработкой медных штейнов. Химизм процесса, характеристика продуктов конвертирования. Обжиг никелевого фанштейна, сущность и химизм обжига никелевого фанштейна. Восстановительная плавка закиси никеля. Химизм процессов. Характеристика других способов переработки окисленных никелевых руд. Электроплавка на ферроникель. Показатели процессов переработки окисленных никелевых руд на огневой никель и ферроникель. Плавка сульфидных медно-никелевых руд и концентратов на штейн. Химизм процессов. Способы плавки, их сравнение. Конвертирование медно-никелевых штейнов. Флотационное разделение фанштейна. Переработка никелевого концентрата разделительной флотации на аноды. Электролитическое рафинирование анодов, особенности процесса. ГОСТ на никель. Состав электролита и его очистка от примесей. Показатели процессов производства никеля из сульфидных медно-никелевых руд. Карбонильный способ разделения меди и никеля. Раздел 5. Metallургия свинца Свинцоводержащие руды и минералы. Основные физико-химические свойства свинца и его соединений. Современные способы переработки свинцовых концентратов, их сущность. Назначение и цели агломерирующего обжига свинцовых концентратов. Физико-химические основы окислительного обжига. Поведение компонентов шихты при обжиге. Требования, предъявляемые к агломерату. Состав шихты агломерации и ее приготовление. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Показатели агломерации. Характеристика восстановительной плавки агломерата. Теоретические основы восстановительной плавки. Состав шихты и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав, распределение металлов по продуктам плавки. Требования, предъявляемые к шлакам. Особенности устройства шахтных печей. Регулирование восстановительной способности печи. Переработка шлаков. ГОСТ на свинец. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования черного свинца. Последовательность очистки черного свинца от примесей и причины, лежащие в основе этой очередности. Принципы, положенные в основу рафинирования черного свинца от отдельных примесей. Способы переработки полупродуктов рафинирования: медных шликеров, щелочных пластов, серебристой пены, висмутистых съемов. Основные показатели пирометаллургических способы рафинирования черного свинца. Электролитическое рафинирование черного свинца: теоретические основы и показатели процесса. Раздел 6. Metallургия цинка Цинковые руды и минералы. Современные технологические схемы их переработки. Физико-химические свойства цинка и его соединений. Технологические схемы переработки цинковых концентратов пиро- и гидрометаллургическими способами, их сущность. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратурного оформления обжига.

Показатели процесса. Выщелачивание огарка. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Переработка цинковых кеков. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза, способы очистки растворов (гидролитическая, цементационная, химическая очистка). Переработка медно-кадмиевых кеков на товарный кадмий. Основы теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Показатели электроосаждения цинка. Переплавка катодного цинка. ГОСТ на цинк.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	Знает: технологические параметры процессов и применяемое оборудование при производстве цветных металлов Умеет: выбирать рациональные технологические процессы получения цветных металлов с учетом экономических, экологических и социальных условий Имеет практический опыт: выполнения работ согласно технологическим инструкциям и правилам
ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	Знает: значение цветной металлургии для развития других отраслей производства и общества в целом Умеет: выбирать оборудование для конкретного производственного процесса Имеет практический опыт: расчетов процессов цветной металлургии

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.19 Механика жидкости и газа, ФД.02 Экологически чистые металлургические процессы, 1.О.16 Детали машин и основы конструирования, 1.О.14 Теоретическая механика, 1.О.18 Материаловедение, 1.О.11 Физическая химия, 1.О.30 Основы плавления и затвердевания металлов, 1.О.13.03 Компьютерная графика, 1.О.27 Физико-химия металлургических процессов,	1.О.07 Экономика и управление на предприятии, 1.О.28 Коррозия и защита металлов

1.О.21 Теплообмен в материалах и процессах, ФД.01 Художественное литье, 1.О.20 Электротехника и электроника, 1.О.23 Металлургическая теплотехника, ФД.03 Инжиниринг технологического оборудования, 1.О.15 Сопротивление материалов, 1.О.12 Информатика и программирование, 1.О.10.01 Неорганическая химия, 1.О.24.03 Литейное производство, 1.О.10.02 Органическая химия, 1.О.32 Экология	
---	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.15 Сопротивление материалов	<p>Знает: взаимосвязь данной дисциплины с другими инженерными дисциплинами, теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций; виды простого и сложного сопротивления элементов конструкций; существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов; сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов; классические теории прочности и критерии пластичности материалов, методы расчета на прочность и жесткость стержневых конструкций при растяжении-сжатии, кручении и изгибе, область применимости методов расчета на прочность и жесткость</p> <p>Умеет: совершенствовать свои знания и навыки расчетов стержневых конструкций при простых видах нагружения в соответствии с характером своей профессиональной деятельности, проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций; подбирать и использовать справочную литературу, необходимую для проведения инженерных расчетов; выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов конструкций; проводить расчеты элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического и динамического характера нагружения изделий, строить эпюры внутренних силовых факторов, определять напряжения и деформации в фермах, валах и балках и рассчитывать данные элементы конструкций на прочность и жесткость, правильно выбирать расчетные схемы для</p>

	<p>реальных конструкций Имеет практический опыт: работы с нормативной документацией, касающейся расчета на прочность и жесткость элементов конструкций, проведения инженерных расчетов на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб; навыками расчета элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, в том числе, находящихся в условиях циклического или динамического характера нагружения элементов конструкций; навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов, расчета на прочность и жесткость стержневых конструкций, применения стандартных методов расчета на прочность и жесткость стержневых конструкций при решении конкретных инженерных задач</p>
1.О.20 Электротехника и электроника	<p>Знает: возможные опасности при работе с электротехникой, особенности выполнения цепочечных расчетов, основные законы электротехники; принципы построения и функционирования электрических цепей; основные типы, принципы построения и функционирования электро-оборудования и электрических приборов, особенности их применения Умеет: выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, разрабатывать алгоритмы расчета электрических цепей; применять принципы построения, анализа и эксплуатации электрических цепей, электро-оборудования и электрических приборов; правильно выбирать для своих применений необходимое электро-оборудование и электрические приборы Имеет практический опыт: разработки безопасных электрических схем, чтения электрических схем, владения методами теоретического и экспериментального исследования в электротехнике</p>
1.О.32 Экология	<p>Знает: виды воздействия на окружающую среду и население при авариях и катастрофах, основные природные, техносферные и социальные опасности, принципы организации безопасности труда на предприятии, условия безопасной и комфортной среды, способствующей сохранению жизни и здоровья человека, факторы риска, способствующие ухудшению здоровья, виды юридической ответственности за экологические правонарушения, виды санитарно-гигиенических, промышленных и экологических нормативов; виды оборудования для защиты окружающей среды и населения от вредных последствий производственной деятельности, виды воздействия производства на окружающую среду Умеет: предвидеть возможные воздействия</p>

	<p>на окружающую среду при авариях на производстве;,, создавать безопасные условия реализации профессиональной деятельности, определять возможные негативные последствия опасных ситуаций, оценивать факторы риска, поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, использовать нормативную документацию по контролю состояния и охране окружающей среды; выбирать типы оборудования для защиты окружающей среды и населения от вредных последствий производственной деятельности, выбирать технологии и оборудование для защиты окружающей среды Имеет практический опыт: методами оценки отрицательного воздействия на окружающую среду при авариях на производстве и способами предупреждения или уменьшения таких воздействий, формирования культуры безопасного и ответственного поведения, расчетов величин предельно-допустимых выбросов и сбросов и выполнения других экологических расчетов; расчета оборудования защиты окружающей среды и населения от вредных последствий производственной деятельности., расчетов оборудования для защиты окружающей среды</p>
1.О.11 Физическая химия	<p>Знает: основные закономерности физико-химических процессов, базовые понятия физической химии и закономерности химических процессов Умеет: решать частные задачи, моделирующие реальные процессы и делать выводы, проводить простые операции (схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия физической химии, химической технологии и закономерностей химических процессов Имеет практический опыт: владения основными понятиями, методами расчета и оформления решения полученных заданий, работы с учебной литературой по физической химии, структурировать материал, выделять главную мысль, формировать смыслы базовых химических понятий</p>
1.О.27 Физико-химия металлургических процессов	<p>Знает: основы методик физико-химических расчетов, основные теоретические положения и законы химической термодинамики; физико-химические основы процессов образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов; термодинамические характеристики металлических и оксидных расплавов; равновесные и неравновесные электрохимические процессы; основы химической кинетики, катализа и физико-химические основы реакций горения; физико-химические основы поверхностных явлений; особенности взаимодействия металлов со</p>

	<p>шлаками и газами; физико-химические основы процессов получения различных металлов и сплавов; физико-химические основы реакций окисления-восстановления, методы рафинирования металлов и другие процессы; физико-химические методы исследования свойств расплавов Умеет: проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач, объяснять сущность реальных металлургических процессов с помощью основных теоретических положений и законов физической химии; выбирать исходное сырьё и способ производства конкретного металла и сплава; анализировать процессы, протекающие при производстве металлов и сплавов, и их влияние на получение качественной продукции Имеет практический опыт: выполнения физико-химических расчетов, расчета основных термодинамических, кинетических и электрохимических параметров реакций, проходящих в металлическом расплаве; знаниями процессов, проходящих в расплавах металлов и сплавов; проведения работ по легированию и модифицированию жидких металлов</p>
1.О.24.03 Литейное производство	<p>Знает: Технологии разных способов литья, Теоретические основы литейных процессов Умеет: Выбирать эффективные и безопасные технологии для разных способов литья, Рассчитывать параметры технологического процесса литья Имеет практический опыт: по изготовлению литейных форм и отливок, по осуществлению контроля технологических параметров литья и управления ими</p>
ФД.02 Экологически чистые металлургические процессы	<p>Знает: экологически чистые металлургические процессы, современные проблемы металлургических производств, основы экономики, экологии, сопротивления материалов и деталей машин, металлургической теплотехники Умеет: применять методы моделирования, математического анализа, подбирать режимы работы металлургических технологий с учетом снижения экологической нагрузки, решать стандартные профессиональные задачи с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений Имеет практический опыт: применения методов моделирования и математического анализа для оценки эффективности технологических процессов, в оценке эффективности металлургических технологий, в проектировании металлургических процессов с учетом экологических ограничений</p>
1.О.16 Детали машин и основы конструирования	<p>Знает: правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, основные методы расчетов на долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин.,</p>

	<p>классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов машин; принципиальные методы расчета по этим критериям Умеет: выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими вычислительными методами прикладной механики, конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности, конструировать узлы машин и механизмов с учетом износостойкости, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов теории упругости. Имеет практический опыт: применения математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов, выбора материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости, расчетов аналитическими методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций</p>
1.О.23 Metallurgical heat engineering	<p>Знает: Способы решения задач по тепловым расчетам металлургических процессов и агрегатов, Способы проектирования металлургических процессов и агрегатов с учетом снижения расхода энергии и увеличения эффективности их работы Умеет: Применять методы моделирования, математического анализа и общеинженерные знания для решения теплотехнических задач, Сравнить металлургические процессы и агрегаты с учетом снижения тепловых потерь при их работе Имеет практический опыт: Расчеты теплотехнических характеристик металлургических процессов и агрегатов, Теплотехнических расчетов</p>
1.О.10.02 Organic chemistry	<p>Знает: теорию строения органических соединений, зависимость химических свойств органических веществ от их состава и строения, опасность органических соединений для окружающей среды и человека Умеет: определять реакционные центры в молекулах органических соединений, записывать уравнения органических реакций в молекулярной и структурной формах., предсказывать химические свойства органического вещества по его составу и строению, моделировать результат органических реакций в зависимости от условий Имеет практический опыт: классификации органических соединений, определения реакционной способности органических соединений в зависимости от условий проведения процесса, пространственного представления строения молекул органических веществ, безопасной работы в лаборатории</p>

	органической химии, проведения эксперимента с органическими веществами
1.О.10.01 Неорганическая химия	<p>Знает: основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы, элементарные и сложные вещества. химические реакции</p> <p>Умеет: использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы, принимать обоснованные решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</p> <p>Имеет практический опыт: использования теории и практики для решения инженерных задач, расчетов по уравнениям химических реакций</p>
ФД.01 Художественное литье	<p>Знает: требования к сплавам для изготовления художественных изделий, принципиальные схемы устройств и оборудования для художественного литья</p> <p>Умеет: определять свойства сплавов для художественного литья, осуществлять обоснованный выбор оборудования для технологий художественного литья</p> <p>Имеет практический опыт: выбора технологии и оборудования для производства художественных отливок, по осуществлению технологических процессов изготовления художественных изделий</p>
1.О.13.03 Компьютерная графика	<p>Знает: современные информационных технологии и прикладные аппаратно-программные средства, Основы проекционного черчения; правила выполнения чертежей, схем и эскизов по специальности; структуру и оформление конструкторской, технологической документации в соответствии с требованиями стандартов., принципы работы современных информационных технологий</p> <p>Умеет: решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, Читать технические чертежи; выполнять эскизы деталей и сборочных единиц; оформлять проектно-конструкторскую, технологическую и техническую документацию в соответствии с требованиями стандартов., использовать компьютерную графику для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Имеет практический опыт: использования и работы с современными программами, получения определенных графических моделей пространства, основанных на ортогональном и центральном проецировании; выполнения графических работ, компьютерной графики</p>
ФД.03 Инжиниринг технологического оборудования	<p>Знает: принципы работы современных технологий диагностики оборудования, Основные характеристики оборудования,</p>

	<p>Принципы исследования металлургических машин, Нормативные документы, регламентирующие показатели надежности машин, основные причины выхода машин из строя, особенности металлургического производства с позиций значимости обеспечения безотказности работы оборудования, эффективности применения методов и средств технической диагностики и мониторинга состояния технологических машин как средства исключения аварийных отказов и увеличения межремонтного цикла</p> <p>Умеет: использовать современные технологии диагностики оборудования для решения задач профессиональной деятельности, Выявлять неисправности оборудования, Грамотно анализировать состояние машин, правильно выбирать требуемые средства диагностики., выбирать средства диагностики повреждений, проводить сравнительный анализ практики плановых ремонтов и теротехнологии на базе диагностических признаков необходимости ремонта</p> <p>Имеет практический опыт: оценки эффективности современных технологий диагностики оборудования, в анализе работы оборудования, работы с технической документацией, необходимой для ремонта и диагностики оборудования., анализа видов повреждений машины, применения теротехнологии</p>
<p>1.О.30 Основы плавления и затвердевания металлов</p>	<p>Знает: термодинамические и физико-химические процессы, протекающие при плавлении и кристаллизации расплавов, факторы влияющие на процесс кристаллизации</p> <p>Умеет: применять физико-математический аппарат для решения задач, возникающих при плавлении и кристаллизации расплавов, решать проблемы регулирования процессов кристаллизации</p> <p>Имеет практический опыт: моделирования процессов переноса тепла и массы при плавления и отвердевании металлов, описания процесса плавления и затвердевания металлов</p>
<p>1.О.14 Теоретическая механика</p>	<p>Знает: фундаментальные понятия кинематики и кинетики, основные законы равновесия и движения материальных объектов, основные законы классической механики; теорию и методы расчета кинематических параметров движения механизмов; методы решения статически определенных задач, связанных с расчетом сил взаимодействия материальных объектов; теорию и методы решения задач динамики на базе основных законов и общих теорем ньютоновской механики, принципов аналитической механики и теории малых колебаний, сведения по теоретической механике, необходимые для применения в конкретной предметной области</p>

	<p>при изготовлении металлургической продукции</p> <p>Умеет: применять законы механики, составлять математические модели (уравнения), решающие ту или иную задачу механики, решать типовые задачи кинематики, статики и динамики и анализировать полученный результат, строить математические модели механических явлений и процессов; анализировать и применять знания по теоретической механике при решении конкретных практических задач, моделирующих процессы и состояния объектов, изучаемых в специальных дисциплинах теоретического и экспериментального исследования, использовать математические и физические модели для расчета характеристик деталей и узлов металлургической продукции</p> <p>Имеет практический опыт: методами моделирования задач механики, умением решать созданные математические модели, владения методами теоретического исследования механических явлений и процессов, расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием</p>
1.О.12 Информатика и программирование	<p>Знает: способы получения и обработки информации из различных источников;, основные технические средства приема преобразования и передачи информации;, современные программные продукты , последовательность и требования к осуществлению поисковой и аналитической деятельности для решения поставленных задач</p> <p>Умеет: работать с информацией в глобальных компьютерных сетях, интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде;, участвовать в проектировании технических объектов, работать с компьютером как средством обработки и управления информацией</p> <p>Имеет практический опыт: работы в современных программных продуктах, работы с основными способами и средствами получения, хранения, переработки информации, работы в современных программных продуктах, работы с компьютером</p>
1.О.19 Механика жидкости и газа	<p>Знает: Теоретические основы функционирования гидравлических приводов, Основные законы равновесия и движения жидких сред</p> <p>Умеет: Рассчитывать параметры потоков в технологических трубопроводах, Описывать гидравлические системы уравнениями на основе законов сохранения</p> <p>Имеет практический опыт: выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий, получения практических результатов на основе гидравлических расчетов</p>
1.О.21 Тепломассообмен в материалах и процессах	<p>Знает: основы теории тепломассообмена, законы переноса, режимы движения жидкости и газа, элементы теории подобия, основы теплообмена</p>

	<p>излучением, механизм тепло- и массообмена, а также связь между этими процессами в зависимости от гидродинамической обстановки процесса, теплофизические характеристики рабочих сред; основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; математические модели процессов теплообмена (дифференциальные уравнения теплопроводности, интегральные уравнения радиационного теплообмена, уравнение теплопередачи, уравнение теплового баланса); принципы расчета теплообменных аппаратов</p> <p>Умеет: использовать основные понятия, законы и модели процессов тепло-массопереноса; систематизировать тепловые и диффузионные процессы; протекающие в агрегатах; проводить теоретический анализ реальных процессов; владеть методами расчета процессов тепломассообмена при решении конкретных задач движения жидкости и газа, теплопроводности, переноса количества движения, тепла и вещества, математически формулировать задачи теплопроводности для тел правильной формы; правильно выбирать и определять коэффициенты теплообмена; применять различные методы решения задач теплообмена</p> <p>Имеет практический опыт: применения методов эксперимента и расчета теплоэнергетического оборудования при решении конкретных задач в области профессиональной деятельности, владения навыками расчета теплообменных аппаратов; различными методами решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности для тел правильной формы</p>
1.О.18 Материаловедение	<p>Знает: материалы для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований, свойства материалов и сплавов, макроструктура материалов</p> <p>Умеет: выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, применять фундаментальные общеинженерные знания в профессиональной деятельности, Анализировать качество материалов</p> <p>Имеет практический опыт: выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований, использования соответствующих диаграмм и справочных материалов, Работы с материаловедческим оборудованием</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 12,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к письменному опросу по основным разделам дисциплины	30	30	
Выполнение контрольных работ	30	30	
Подготовка к экзамену	27,5	27,5	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Сырье для производства цветных металлов	1	1	0	0
2	Металлургия меди	3	1	2	0
3	Металлургия никеля и кобальта и титана	1	1	0	0
4	Металлургия легких металлов	1	1	0	0
5	Металлургия свинца	3	1	2	0
6	Металлургия олова	1	1	0	0
7	Металлургия благородных металлов и платины	1	1	0	0
8	Металлургия тугоплавких металлов и порошковая металлургия	1	1	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Значение цветных металлов. Сырье для производства цветных металлов	1
2	2	Металлургия меди	1
3	3	Металлургия никеля и кобальта и титана	1
4	4	Металлургия легких металлов	1
5	5	Металлургия свинца	1
6	6	Металлургия олова	1
7	7	Металлургия благородных металлов и платины	1
8	8	Металлургия тугоплавких металлов и порошковая металлургия	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Металлургия меди	2
2	5	Металлургия свинца	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к письменному опросу по основным разделам дисциплины	ПУЭМЛ: п.1-2.	8	30
Выполнение контрольных работ	ПУЭМЛ: п.2, с.380-465, п.4	8	30
Подготовка к экзамену	ПУЭМЛ: п.3; с.16-217, с. 217-343,; п.1	8	27,5

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Контрольная работа № 1	0,2	6	Проверка контрольной работы осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. Работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Критерии начисления баллов: - расчеты выполнены верно - 10 баллов. - расчет выполнены верно. но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 8 баллов; расчеты содержат 1 существенную	экзамен

						ошибку - 6 баллов; расчеты содержат 2 существенные ошибки - 4 балла; в расчетах 3 ошибки - 2 балла; работа не представлена на проверку - 0 баллов.	
2	8	Текущий контроль	Контрольная работа № 2	0,2	6	Проверка контрольной работы осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. Работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Критерии начисления баллов: - расчеты выполнены верно - 10 баллов. -расчет выполнены верно. но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 8 баллов; расчеты содержат 1 существенную ошибку - 6 баллов; расчеты содержат 2 существенные ошибки - 4 балла; в расчетах 3 ошибки - 2 балла; работа не представлена на проверку - 0 баллов.	экзамен
3	8	Текущий контроль	Контрольная работа № 3	0,2	6	Проверка контрольной работы осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. Работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Критерии начисления баллов: - расчеты выполнены верно - 10 баллов. -расчет выполнены верно. но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 8 баллов; расчеты содержат 1 существенную ошибку - 6 баллов; расчеты содержат 2 существенные ошибки - 4 балла; в расчетах 3 ошибки - 2 балла; работа не представлена на проверку - 0 баллов.	экзамен
4	8	Текущий контроль	Контрольная работа № 4	0,2	6	Проверка контрольной работы осуществляется по окончании изучения	экзамен

						<p>соответствующего раздела дисциплины. Работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179).</p> <p>Критерии начисления баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчеты выполнены верно - 10 баллов.</li> <li>- расчет выполнен верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 8 баллов;</li> <li>расчеты содержат 1 существенную ошибку - 6 баллов;</li> <li>расчеты содержат 2 существенные ошибки - 4 балла;</li> <li>в расчетах 3 ошибки - 2 балла;</li> <li>работа не представлена на проверку - 0 баллов.</li> </ul>	
5	8	Текущий контроль	Письменный опрос по разделам 1-3	0,05	6	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 30 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильно ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p>	экзамен
6	8	Текущий контроль	Письменный опрос по разделу № 4-5	0,05	6	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 30 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильно ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p>	экзамен
7	8	Текущий контроль	Письменный опрос по	0,05	6	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.</p>	экзамен

			разделу № 6-7			Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 30 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильно ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
8	8	Текущий контроль	Письменный опрос по разделу № 8-9	0,05	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 30 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильно ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
9	8	Промежуточная аттестация	Письменный опрос	-	0,2	Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 30 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильно ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85-100 %. Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75-84%. Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60-74 %. Неудовлетворительно; величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0-59%.	
--	--	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК-2	Знает: технологические параметры процессов и применяемое оборудование при производстве цветных металлов						+	+	+	+
ОПК-2	Умеет: выбирать рациональные технологические процессы получения цветных металлов с учетом экономических, экологических и социальных условий		+	+		+	+	+	+	+
ОПК-2	Имеет практический опыт: выполнения работ согласно технологическим инструкциям и правилам		+	+	+					
ОПК-6	Знает: значение цветной металлургии для развития других отраслей производства и общества в целом						+	+	+	+
ОПК-6	Умеет: выбирать оборудование для конкретного производственного процесса						+	+	+	+
ОПК-6	Имеет практический опыт: расчетов процессов цветной металлургии	+	+	+	+					

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Набойченко С.С., Юнь А.А. Методическое пособие. Расчеты гидрометаллургических процессов. М.: МИСИС, 1995. 428 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

#### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------------------	----------------------------

		форме	
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ковтунов, А. И. Металлургия цветных металлов : учебно-методическое пособие / А. И. Ковтунов, Т. В. Семистенова. — Тольятти : ТГУ, 2016. — 63 с. — ISBN 978-5-8259-1014-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/139921">https://e.lanbook.com/book/139921</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Рогова, Л. И. Металлургические расчеты в металлургии цветных металлов : учебное пособие / Л. И. Рогова. — 2-е изд., исп. и доп. — Норильск : НГИИ, 2015. — 222 с. — ISBN 978-5-89009-632-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/155874">https://e.lanbook.com/book/155874</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Романтеев, Ю. П. Металлургия тяжелых цветных металлов : учебное пособие / Ю. П. Романтеев, С. В. Быстров. — Москва : МИСИС, 2010. — 575 с. — ISBN 978-5-87623-173-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/117036">https://e.lanbook.com/book/117036</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Галевский, Г. В. Производство цветных металлов : учебное пособие / Г. В. Галевский, В. В. Руднев. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2017. — 258 с. — ISBN 978-5-9765-2929-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/97102">https://e.lanbook.com/book/97102</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции		Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ»); Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ); Интерактивная доска IQBoard PS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном Logitech, Монитор-15 шт.
Экзамен		Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ»); Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ); Интерактивная доска IQBoard PS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном Logitech, Монитор-15 шт.
Самостоятельная работа студента		Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ»); Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ); Интерактивная доска IQBoard PS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном Logitech, Монитор-15 шт.