



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДЕНО
Ученым советом МГТУ им. Г.И. Носова
Протокол № 4 от 26 февраля 2025 г.

Ректор МГТУ им. Г.И. Носова,
председатель ученого совета

_____ Д.В. Терентьев

**АННОТАЦИИ ДИСЦИПЛИН
ПО ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки
22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Направленность (профиль) программы
Цифровые двойники в обработке материалов

Магнитогорск, 2025

ОП-эоМм-25-3

АННОТАЦИИ ДИСЦИПЛИН ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Коды формируемых компетенций	Объем, акад. час (з.е.)
БЛОК 1. ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛИ)			
Обязательная часть			
Б1.О.01	Методология и методы научного исследования Цели и задачи изучения дисциплины: - Способствовать развитию ценностно-мотивационного компонента профессиональной подготовки будущих специалистов - металлургов в процессе изучения данного курса. - Обобщить и систематизировать знания студентов, связанные с выполнением научного исследования в области производства черных металлов. - Нацелить студентов на самостоятельную исследовательскую деятельность. - Активизировать рефлексивные и креативные процессы мышления студентов в процессе выполнения развивающих заданий и упражнений Основные разделы дисциплины: 1. Основания методологии науки и характеристики научной деятельности 1.1 Основания методологии науки 1.2 Особенности научной деятельности и принципы научного познания 1.3 Средства и методы научного исследования 2. Моделирование как метод научного исследования 2.1 Системный подход и методы моделирования 2.2 Верификация модели 2.3 Принципы оптимизации 3. Эксперимент как метод научного исследования 3.1 Особенности, принципы организации и проведения экспериментальных исследований 3.2 Анализ экспериментальных данных 3.3 Интерпретация экспериментальных данных 4. Зачет 4.1 Зачет	УК-1; УК-6; ОПК-4; ОПК-5	108 (3)
Б1.О.02	Инновационное предпринимательство Цели и задачи изучения дисциплины: - формирование у студентов системного представления об инновациях и инновационном развитии бизнеса, методах управления исследованиями и разработками, а также об основных формах финансирования и основных типах финансовых институтов, осуществляющих вложения в рискованные инновации; - формирование компетенций в планировании и организации инновационной деятельности. Основные разделы дисциплины: 1. Инновационное предпринимательство 1.1 Введение в инновационное развитие 1.2 Формирование команды и бизнес-плана 1.3 Разработка продукта и комплекса маркетинга 1.4 Риски проекта, оценка инвестиций и охрана	УК-2; УК-3	108 (3)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	интеллектуальной собственности 1.5 Создание и развитие стартапа 1.6 Инструменты привлечения финансирования 1.7 Презентация проекта		
Б1.О.03	Основы научной коммуникации Цели и задачи изучения дисциплины: - изучение особенностей основных видов научной коммуникации, используемых в современном обществе для представления научных результатов и анализа научных достижений. Основные разделы дисциплины: 1.1 Научная коммуникация: основные понятия, виды, характеристики. 1.2 Особенности современной информационной среды научной коммуникации 1.3 Научный доклад. Мастерство публичного выступления. 1.4 Письменная научная коммуникация: рецензия, отзыв, тезисы, научная статья. 1.5 Структура и стилистических особенности научного текста. 1.6 Онлай-пространство научных коммуникаций. Электронные библиотечные системы. Реферативные базы данных.	УК-4; УК-5; ОПК-4	108 (3)
Б1.О.04	Иностранный язык в профессиональной деятельности Цели и задачи изучения дисциплины: - повышение уровня иноязычной компетенции, достигнутого на предыдущей ступени образования; - формирование способности применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия - формирование способности анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия. Основные разделы дисциплины: 1. Сфера будущей профессиональной деятельности (металлургия) 1.1 Развитие умений и навыков чтения и говорения по теме: "Металлы и их свойства" 1.2 Развитие умений и навыков чтения и говорения по теме "Сталеплавильное производство" 1.3 Развитие умений и навыков чтения, говорения и письма по теме: "Обработка металлов давлением" 1.4 Развитие умений и навыков чтения, говорения и письма по теме "Доменное производство" 2. Сфера будущей профессиональной деятельности (информационные технологии) 2.1 Развитие умений и навыков чтения, говорения и письма по теме: "Цифровые двойники" 2.2 Развитие умений и навыков чтения, говорения и	УК-4; УК-5	72 (2)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	письма по теме "Большие данные и их анализ" 2.3 Развитие умений и навыков чтения, говорения и письма по теме "Интернет вещей в промышленности" 2.4 Развитие умений и навыков чтения, говорения и письма по теме "Оценка поведения объекта: дискретивный и предиктивный анализ" 2.5 Развитие умений и навыков чтения, говорения и письма по теме: "Статистическое управление и анализ. Понятие АСУТП"		
Б1.О.05	Менеджмент качества Цели и задачи изучения дисциплины: - формирование знаний, умений и навыков в области системы менеджмента качества; а также формирование общепрофессиональной компетенции в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy. Основные разделы дисциплины: 1. Сущность, роль, значение и основополагающие понятия в области качества и управления им 1.1 Методологические положения управления качеством. Механизм современного управления качеством 2. Методы управления качеством 2.1 Основные методы управления качеством 3. Стандартизация и сертификация в системе управления качеством 3.1 Стандартизация и сертификация в системе управления качеством 4. Создание, внедрение и совершенствование системы менеджмента качества 4.1 Создание, внедрение и совершенствование системы менеджмента качества 5. Методы и инструменты управления качеством 5.1 Методы и инструменты управления качеством 6. Современные системы менеджмента качества и методы повышения эффективности организаций 6.1 Современные системы менеджмента качества и методы повышения эффективности организаций	ОПК-3	108 (3)
Б1.О.06	Математическое моделирование и оптимизация технологий металлургического производства Цели и задачи изучения дисциплины: - формирование комплекса знаний, умений и навыков самостоятельного применения современных методов математического, физического и компьютерного моделирования для определения рациональных конструктивных характеристик и технологических режимов металлургического производства. Студенты должны овладеть знанием способов синтеза математических моделей систем, технологических процессов, агрегатов, линий, участков и цехов применительно к своей	ОПК-1; ОПК-2	252 (7)

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Коды формируемых компетенций	Объем, акад. час (з.е.)
	специальности; уметь исследовать с помощью моделей структурные и функциональные характеристики систем; применять на практике методы оптимизации. Основные разделы дисциплины: 1. Моделирование и его сущность. Понятия и основные термины, используемые при моделировании. Объект, субъект и оригинал. 1.1 Физическое моделирование технологических процессов. Теория подобия как научная основа физического моделирования. Преимущества и недостатки. Примеры физических моделей. 1.2 Математическое моделирование технологических процессов. Математическое моделирование (ММ) и его сущность. Понятие математической модели. Преимущества и недостатки математического моделирования. 1.3 Эмпирический и структурный подход к созданию моделей. 2. Системный анализ 2.1 Определение системы. Технологические процессы и объекты как технические системы. 2.2 Системные свойства. Целостность и членимость. Наличие и характеристика связей. Структура связей. Наличие интегративного качества. Управляемость. 2.3 Внутренние связи систем. Вещественные, энергетические и информационные связи. Оценка мощности связи. Существенные связи. Внешние связи систем. Входы и выходы системы. Вектор фиксированных входных характеристик. Вектор управляющих воздействий. Возмущения. Вектор выходных характеристик. Оператор перехода. 2.4 Подготовка к экзамену. 3. Математические методы оптимизации процессов и объектов в металлургии 3.1 Формализация задачи оптимизации и ее постановка в математической форме. 3.2 Классификация оптимизационных задач. Одно- и многофакторная оптимизация. Задачи с ограничениями и безусловная оптимизация. Критерии выбора метода решения. 3.3 Математические методы для решения однофакторных задач. 3.4 Математические методы для решения многофакторных задач. Аналитические методы. Численные методы. Критерии выбора метода и область применимости. 4. Основы статистического анализа эксперимента. 4.1 Случайные величины и законы распределения (Равномерное, Нормальное, Стюдента). Дисперсия, среднее квадратическое отклонение, доверительные интервалы и доверительная вероятность. 4.2 Подготовка к экзамену		

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
Б1.О.07	Проектная деятельность Цели и задачи изучения дисциплины: - развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций. Основные разделы дисциплины: 1. Семестр 2 1.1 Теоретико-методологические основы формирования проектной культуры личности. Теоретико-методологические основы управления проектной деятельностью 1.2 Понятие исследовательской и проектной деятельности студентов. Этапы исследовательского процесса. 1.3 Современный взгляд на проектирование. Проект и метод проектов 1.4 Проектная идея. Стратегическое развитие идеи в проект. Планирование 2. Семестр 3 2.1 Методы сбора данных Поиск, накопление и обработка научной информации. Источники информации и работа с ними. 2.2 Написание и оформление исследовательских и проектных работ. Реферат как научная работа 2.3 Информационные технологии в проектной деятельности. 2.4 Защита исследовательских и проектных работ. Публичное выступление и его основные правила. 3. Семестр 4 3.1 Составление индивидуальных и групповых проектов. 3.2 Организация проектной деятельности для решения профессиональных задач.	УК-5; УК-6	144 (4)
Б1.О.08	Индустриальная статистика Цели и задачи изучения дисциплины: - формирование у обучающихся научного представления о статистических методах исследования случайных явлений в экономике; -изучение методов количественной оценки статистических данных различной природы; -развитие умения формулировать статистические гипотезы, содержательно интерпретировать полученные результаты; -формирование вероятностно-статистического мышления, необходимого для успешной исследовательской и аналитической работы в современных областях социально-экономической и управленческой деятельности. Основные разделы дисциплины: 1. Математические основы индустриальной статистики 1.1 Генеральная совокупность и выборка. Числовые (дискретные и непрерывные) и категориальные случайные величины. Статистическое распределение,	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4	72 (2)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	эмпирическая функция распределения. Гистограмма. Оценки параметров распределения. Статистическая гипотеза. Корреляция. Виды корреляции для числовых и категориальных случайных величин. Регрессионные зависимости. Классификация и логистическая регрессия 2. Основы статистических методов контроля качества продукции и технологических процессов 2.1 Контроль качества продукции в массовом производстве. Контролируемые параметры продукции на всех стадиях металлургического производства. Неизбежные риски при выборочном контроле. 2.2 Контрольные карты и их применение. Виды контрольных карт 2.3 Анализ качества технологического процесса. Анализ пригодности. Анализ надежности. Характеристика потока отказов и времени наработки на отказ. 3. Основы планирования экспериментов 3.1 Пассивный и активный эксперимент. Факторы в эксперименте. Уровни факторов. Виды планов экспериментов. Дисперсионный анализ в планировании экспериментов.		
Б1.О.09	Базы данных Цели и задачи изучения дисциплины: - приобретение знаний о методах проектирования баз данных и практических умений в работе с прикладным программным обеспечением на базе современных систем управления базами данных; - приобретение навыков практического использования методов проектирования баз данных реляционного типа. Основные разделы дисциплины: 1. Введение в базы данных 1.1 Классификация, характеристики СУБД и БД. 1.2 Назначение и свойства объектов БД. Создание объектов БД и схемы данных 1.3 Модели данных Методы проектирования баз данных. Способы обработки данных 2.1 Создание БД средствами СУБД Microsoft Access. Работа с основными объектами: запросы, формы, отчеты, макросы 2.2 Основы работы с СУБД Microsoft SQL Server	ОПК-1; ОПК-2	72 (2)
Б1.О.10	Численные методы Цели и задачи изучения дисциплины: - освоение основных идей методов, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных экономических и других задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов.	ОПК-1; ОПК-2	108 (3)

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Коды формируемых компетенций	Объем, акад. час (з.е.)
	Основные разделы дисциплины: 1. Приближенное вычисление значения функций 1.1 Основы теории погрешностей 1.2 Вычисление значений аналитических функций с помощью степенных рядов. 2. Интерполяция функций 2.1 Интерполяционная формула Лагранжа. Существование и единственность многочлена Лагранжа 3. Численное дифференцирование и интегрирование 3.1 Численное дифференцирование 3.2 Численное интегрирование 4. Приближенное решение уравнений 4.1 Методы приближенного решения уравнений 5. Экзамен 5.1 Экзамен		
Б1.О.11	Проектное управление Цели и задачи изучения дисциплины: - формирование у обучающихся системы знаний основ методологии и технологии организационного проектирования и управления проектами; - формирование дифференцированных по уровням компетенций, профессиональных умений, навыков для самостоятельного практического осуществления, планирования и организации различных проектов. Основные разделы дисциплины: 1. Общая характеристика проектного менеджмента 1.1 Проектная концепция управления. Зарождение проектного управления. Эволюция систем управления проектами. Техника управления проектом. Современные тенденции развития теории управления проектом. Управление проектом – реализация системного подхода, искусств достижения целей. 2. Методология в управлении проектами 2.1 Разработка проекта. Организационные структуры управления проектами. Жизненный цикл проекта. Концепция проекта. Прединвестиционные исследования и проектный анализ. Финансовая реализуемость проекта. Техничко-экономическое обоснование и бизнес-план. Устав проекта. Общие принципы построения организационных структур. 3. Функциональные области управления проектом 3.1 Виды оценок стоимости проекта. Определение понятия «бюджетирование». Виды бюджетов. Оценка выполнения бюджета. Методы оценки рисков проекта. Дерево решений. Методы снижения рисков. 4. Управленческие решения и организационные процессы 4.1 Понятие и виды управленческих решений в проекте. Процесс и способы принятия управленческих решений. Этапы принятия управленческого решения в проектах. Управление	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4	108 (3)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	финансовыми ресурсами. Управление материальными и нематериальными активами проекта. Платные услуги: правовое регулирование, алгоритм организации и определение цены.		
Б1.О.ДВ.01.01	Патентоспособность и показатели технического уровня разработок Цели и задачи изучения дисциплины: - изучение основ изобретательства, патентоведения, правовой охраны и методов защиты объектов интеллектуальной и промышленной собственности; а также формирование общепрофессиональных и универсальных компетенций в соответствии. Основные разделы дисциплины: 1. Основы изобретательского творчества 1.1 Система объектов интеллектуальной собственности. Научно-техническая и патентная информация. Международная патентная классификация. Государственная система патентной информации 2. Основы патентного законодательства РФ 2.1 Патентные права. Распоряжение исключительным правом на изобретение, полезную модель или промышленный образец. Особенности правовой охраны и использования секретных изобретений. Защита прав авторов и патентообладателей 3. Критерии патентоспособности объектов интеллектуальной собственности 3.1 Критерии патентоспособности изобретения. Критерии патентоспособности полезной модели 4. Особенности патентования объектов интеллектуальной собственности в иностранных государствах и международных организациях 4.1 Структура построения европейской и американской систем патентования	УК-1; ОПК-4; ОПК-5	72 (2)
Б1.О.ДВ.01.02	Основы нанотехнологий Цели и задачи изучения дисциплины: - развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия. - дать знания по классификации, свойствам и технологиям, а также по использованию новых наноматериалов и нанотехнологий; - привить навыки использования теоретических знаний при выборе требуемых для конкретного применения новых наноматериалов; - подготовка к будущей научной и практической деятельности, связанной с внедрением и использованием наноматериалов и нанотехнологий. Основные разделы дисциплины: 1. Физико-химические особенности наноматериалов 1.1 Физико-механические особенности наноматериалов	ОПК-4; ОПК-5	72 (2)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	2. Виды наноматериалов, их свойства и применение 2.1 Виды наноматериалов, их свойства и применение 3. Нанотехнологии 3.1 Методы и способы получения наноматериалов 4. Наномашин и наноприборов 4.1 Наномашин и наноприборов		
Часть, формируемая участниками образовательных отношений			
Б1.В.01	Теория и технология производства чугуна и стали Цели и задачи изучения дисциплины: - развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy; приобретение обучающимися знаний теоретических основ и принципов практической реализации современных способов производства чугуна и стали. Основные разделы дисциплины: 1. Теория и технология производства чугуна в доменных печах 1.1 Сырьевые материалы доменной плавки. Требования к качеству. Процессы окисления. Влияние качества сырьевых материалов на ТЭП доменной плавки. 1.2 Технология доменного процесса. Оборудование доменного производства. Исследования в доменном производстве. 1.3 Влияние различных факторов на ТЭП доменного процесса 2. Теория и технология производства стали 2.1 Сырьевые материалы сталеплавильного процесса. Подготовка и оценка качества сырья. Принципы выплавки стали. Классификация стали. 2.2 Оборудование сталеплавильного производства. Подготовка оборудования к процессу 2.3 Технологический процесс выплавки стали Управление, контроль и корректировка процесса. 3. Теория и технология внеагрегатной обработки и непрерывной разливки стали 3.1 Теория и технология внеагрегатной обработки стали 3.2 Теория и технология непрерывной разливки стали 4. Технологические расчеты по теории и технологии производства стали 4.1 Определение параметров выплавки и легирования стали 4.2 Определению параметров непрерывной разливки стали	УК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-11; ПК-13	252 (7)
Б1.В.02	Теория и технология производства проката и металлоизделий Цели и задачи изучения дисциплины: - изучение студентами общих положений теории и технологии производства листового и сортового проката и металлоизделий применительно к черной	УК-1; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-8; ПК-9;	180 (5)

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Коды формируемых компетенций	Объем, акад. час (з.е.)
	металлургии, получение навыков и способностей к анализу и синтезу соответствующих технологий. Основные разделы дисциплины: 1. Сортамент продукции и технологическая система дальнейшего передела черных металлов 1.1 Сортамент металлопродукции металлургического предприятия 1.2 Технологическая система дальнейшего передела черных металлов 2. Обработка металлов и сплавов давлением и ее основные закономерности 2.1 Способы обработки металлов давлением 2.2 Деформация и деформируемость при обработке металлов давлением 2.3 Характеристики формоизменения 2.4 Феноменологические особенности обработки металлов давлением 2.5 Физическая природа пластической деформации 2.6 Механика обработки металлов давлением 2.7 Особенности обработки металла прокаткой 3. Производство сортового проката 3.1 Технологическая схема и заготовки для производства сортового проката 3.2 Варианты и примеры расположения оборудования сортопрокатных станов различного назначения 3.3 Элементы технологии производства сортового проката 4. Производство крупногабаритных листов 4.1 Технологическая схема и заготовки для производства крупногабаритных листов 4.2 Примеры станов для производства крупногабаритных листов 4.3 Элементы технологии производства крупногабаритных листов 4.4 Термическая обработка крупногабаритных листов 5. Производство широкополосной горячекатаной стали 5.1 Технологическая схема и заготовки для производства широкополосной горячекатаной стали 5.2 Примеры станов для производства широкополосной горячекатаной стали 5.3 Элементы технологии производства широкополосной горячекатаной стали на ШСГП 5.4 Охлаждение рулонов, термическая обработка и отделка широкополосной горячекатаной стали 6. Производство холоднокатаного листового проката 6.1 Технологическая схема и заготовки для производства холоднокатаной листовой стали 6.2 Цехи для производства холоднокатаной листовой стали 6.3 Элементы технологии производства холоднокатаной листовой стали без покрытия 6.4 Производство холоднокатаной листовой стали с покрытием	ПК-10	

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	7. Производство металлопродукции глубокой переработки 7.1 Производство гнутых профилей 7.2 Особенности деформации волочением и станы для волочения проволоки 7.3 Исходные заготовки и элементы технологии производства проволоки 7.4 Особенности термической обработки и производства проволоки с покрытиями 8. Экзамен 8.1 Экзамен		
Б1.В.03	Контроль и системы управления технологическими процессами Цели и задачи изучения дисциплины: - изучение студентами общих положений автоматизации технологических процессов промышленного производства применительно к черной металлургии, назначения и принципов функционирования современных технических средств автоматизации процесса, получение навыков и способностей к анализу принципов работы современных систем управления. В процессе изучения дисциплины студенты получают знания и умения по определению текущего состояния локального контура управления технологическим параметром и возможность квалифицированного анализа адекватности реакции системы автоматического управления на текущее состояние автоматизированного технологического процесса. Полученные знания используются для построения цифрового двойника системы управления и исследования на нем алгоритмов автоматического управления. Основные разделы дисциплины: 1. Основы автоматизации технологических процессов и производств 1.1 Структура и функции АСУ ТП 1.2 Технические и программные средства АСУ ТП 2. Принципы и средства построения автоматизированных систем управления технологическими процессами 2.1 Основы теории линейных систем 2.2 Математическое описание динамических систем 2.3 Обеспечения автоматизированных систем (математическое, программное, техническое) 3. Структура систем автоматического управления и регулирования 3.1 Структура САР. Понятие о контуре автоматического регулирования и управления. 3.2 Математические модели систем автоматического управления и их элементов 3.3 Настройка локальных контуров управления.	УК-1; ПК-15	144 (4)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	Критерии качества настройки контура		
Б1.В.04	Механическое оборудование для производства и обработки материалов Цели и задачи изучения дисциплины: - овладение основными принципами построения машин, агрегатов и процессов металлургического производства для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с разработкой оборудования металлургических цехов. - формирование знаний по выбору новых эффективных машин, агрегатов и процессов металлургического производства. Основные разделы дисциплины: 1 Ведение в дисциплину 1.1 Введение в дисциплину 2. Оборудование для подготовки шихтовых материалов к окискованию 2.1 Дробилки. Шаровые и стержневые мельницы. Машины для транспортирования материалов. 3 Оборудование по производству окатышей 3.1 Обжиговые конвейерные машины. Барабанные окомкователи. Чашевые окомкователи. Кон-струкции, особенности эксплуатации и ремонта. Прогнозирование технического состояния по критерию выхода из строя наиболее нагруженных элементов конструкции. Проектный расчет условий нагружения привода исполнительного механизма. Кольцевые охладители окатышей. Надежность и вопросы эксплуатации охладителей окатышей. Особенности конструкции. 4 Оборудование доменного производства 4.1 Оборудование доменного производства 5 Оборудование сталеплавильных цехов 5.1 Оборудования электросталеплавильных цехов. 5.2 Машины и агрегаты кислородно-конвертеных цехов 6 Оборудование для непрерывной разливки стали 6.1 Оборудование сортовых и слябовых машин непрерывного литья заготовок 7 Механическое оборудование прокатных цехов 7.1 Механическое оборудование прокатных цехов 8. Экзамен 8.1 Подготовка и сдача экзамена	УК-1; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-15	144 (4)
Б1.В.05	Искусственный интеллект и цифровизация в металлургическом производстве Цели и задачи изучения дисциплины: – сформировать у студентов навыки работы с данными, получаемыми в результате анализа технологического процесса, решения прикладных задач, дать представление о искусственном интеллекте, об основных методах машинного обучения и видах задач, решаемых ими, а также сформировать навыки цифровизации металлургического производства с	УК-4; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11	108 (3)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	использованием результатов разработки систем искусственного интеллекта. Основные разделы дисциплины: 1. Введение в искусственный интеллект и машинное обучение 1.1 Классификация и назначение видов искусственного интеллекта и машинного обучения. Задачи машинного обучения 1.2 Методы линейной алгебры в искусственном интеллекте и машинном обучении. 2. Задачи искусственного интеллекта. Задача регрессии 2.1 Линейная регрессия с одной переменной 2.2 Целевая функция 2.3 Градиентный спуск 2.4 Линейная регрессия с несколькими переменными 2.5 Аналитическое решение задач оптимизации. Нормальное уравнение 3. Задачи классификации 3.1 Логистическая регрессия 3.2 Задачи многоклассовой классификации 4. Цифровые модели процессов металлургического производства на основе методов искусственного интеллекта. Оценка качества моделей 4.1 Метрики качества 4.2 Структура имитационных моделей цифровых двойников процесса		
Б1.В.06	Цифровые двойники Цели и задачи изучения дисциплины: - освоение методологии модернизации и автоматизации действующих и проектирования новых эффективных металлургических производств с использованием цифровых двойников. Основные разделы дисциплины: 1. Концепция, определения и классификация ЦД 1.1 Определение ЦД и эволюция термина 1.2 ЦД и эволюция составляющих технологий 1.3 ЦД как способ преодоления сложности инженерных систем 1.4 Типы ЦД и их классификация 2. Проекты использования ЦД в металлургии 2.1 ЦД в металлостроении 2.2 ЦД при производстве чугуна и стали 2.3 ЦД при производстве проката и металлоизделий 2.4 ЦД в литейном производстве. 2.5 ЦД механического оборудования металлургических производств. 3. Контроль 3.1 Экзамен	УК-2	108 (3)
Б1.В.07	Прослеживаемость и моделирование материальных потоков в металлургическом производстве Цели и задачи изучения дисциплины: - знакомство с современными механизмами и	УК-2; ПК-8; ПК-9; ПК-10;	180 (5)

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Коды формируемых компетенций	Объем, акад. час (з.е.)
	технологическими линиями, способствующими получению качественной ликвидной металлопродукции; умение анализировать пригодность и целесообразность применения элементов основного и вспомогательного оборудования в разрабатываемых технологических системах металлургического производства; получение новейшей информации о существующих технологических процессах и оборудовании основных цехов металлургического предприятия полного цикла; получение знаний о тенденциях развития и направлениях реконструкции основных переделов металлургического предприятия полного цикла. Дисциплина «Современный инжиниринг металлургического производства» позволит приобрести новые знания о приемах и навыках грамотного проведения расчета технологических режимов процессов производства металлопродукции и технического обоснования принятых инженерных решений. Основные разделы дисциплины: 1. Математическое обеспечение технического задания на корпоративную информационную систему слежения и управления материальными потоками 1.1 Математическое обеспечение технического задания на корпоративную информационную систему слежения и управления материальными потоками 2. Детализация требований с использованием структурно-матричного подхода 2.1. Принципы математического моделирования 2.2. Адаптация математического аппарата к видам решаемых системой задач 2.3. Элементы математического обеспечения с потенциалом применения в корпоративной системе слежения и управления материальными потоками 2.4. Требования к применению информационной системы для моделирования 2.5. Стадийность использования математического обеспечения при развитии системы слежения и управления материальными потоками 2.6 Курсовой проект 3. Зачет 3.1 Зачет	ПК-11	
Б1.В.08	Программирование при создании цифровых двойников Цели и задачи изучения дисциплины: - формирование у обучающихся комплекса компетенций, направленных на владение навыками моделирования исследуемых процессов с использованием современных систем компьютерного и имитационного моделирования.	УК-1; УК-2	108 (3)

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Коды формируемых компетенций	Объем, акад. час (з.е.)
	Основные разделы дисциплины: 1. Программирование в MS Excel 1.1 Построение статистических зависимостей 1.2 Множественный корреляционный и регрессионный анализ. 1.3 Проверка применимости эмпирических моделей 2. Программирование в Matlab / Octave 2.1 Основные концепции моделирования процессов и систем в Matlab / Octave. 2.2 Основы визуального моделирования динамических систем. Программирование в AnyLogic 3.1 Основные концепции имитационного моделирования, реализуемые AnyLogic 3.2 Этапы имитационного моделирования в AnyLogic. Технология Data Mining и программирование на языке R 4.1 Основы языка R. Среда RStudio (RStudio Cloud) 4.2 Этапы построения R-моделей		
Б1.В.09	Интернет вещей в металлургии Цели и задачи изучения дисциплины: - развитие у студентов личностных качеств, а также формирование у обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия представлений об Интернете вещей как о системе объединенных компьютерных сетей и физических объектов со встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления. - изучение особенностей Интернета вещей, как системы, реализующей принципы современных информационных технологий для автоматизации различных процессов и операций; - формирование представлений о принципах и методах функционирования «умных» устройств на основе алгоритмов коллективной обработки данных и планирования действий; - ознакомление с основными техническими характеристиками различных конечных устройств, с принципами и средствами программного и аппаратного восприятия контекста, с принципами построения и примерами систем типа «Интернета вещей». - уметь применять полученные теоретические знания к работе с учебными системами анализа и управления технологическими процессами в металлургии, в частности, технологией прокатки. Основные разделы дисциплины: 1. Интернет вещей в металлургии 1.1 Основные понятия и элементы Интернета вещей 1.2 Типовые задачи Интернета вещей 1.3 Программно-аппаратные средства Интернета вещей 1.4 Микропроцессорные системы и средства их коммуникации	УК-1; УК-2; ПК-1; ПК-2; ПК-3	108 (3)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	1.5 Методы и средства обмена данными с объектом 1.6 Подготовка и сдача зачета		
Б1.В.10	Металловедение и технология термической обработки проката и металлоизделий Цели и задачи изучения дисциплины: - обучение магистров по направлению 22.04.02 «Металлургия» профиля «Цифровые двойники в обработке материалов» основам структурной кристаллографии, теории дефектов кристаллического строения, необходимым для понимания взаимосвязи курсов металловедения, теории строения металлов, теории и технологии термической и термомеханической обработки, механических свойств, на основе чего магистр должен выполнять научно-исследовательскую, расчетно-аналитическую, проектно-технологическую и производственную виды профессиональной деятельности. Основные разделы дисциплины: 1.1 Жидкое и твердое состояния, кристаллизация. Изменение энергии при кристаллизации. Типы связи в веществе. Металлическое состояние вещества. Кристаллическая решетка. Понятие кристалла. Элементарная ячейка. типы решеток металлов, характеристики решетки. Атомные плоскости. 1.2 Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Дефекты кристаллического строения. Понятие о дислокациях. Скольжение, переползание, поперечное скольжение. Напряжение вокруг дислокаций. Взаимодействие между дислокациями. Упрочнение металлов. Дислокационный механизм упрочнения. 1.3 Деформация скольжением, двойникованием, сборообразованием. Диаграммы деформации. Стадии деформационного упрочнения металлов 1.4 Рекристаллизация металлов Механические свойства металлов Методы определения механических свойств 1.5 Чистые металлы, твердые растворы, промежуточные фазы 1.6 Диффузия в металлах и сплавах. Атомный механизм диффузии 1.7 Фазовые превращения в твердом состоянии. Изменение свободной энергии при ФП в твердом состоянии. Механизм и кинетика превращений. Нормальное и сдвиговое превращения. Роль диффузии при ФП. Диффузионное и бездиффузионное ФП. Классификация ФП по двум признакам. 1.8 Диаграммы состояния. Диаграмма Fe-C. Превращение аустенита в феррит в сталях. Перлитное превращение. Бейнитное превращение 1.9 Мартенситное превращение, особенности, рельеф и морфология. 1.10 Распад пересыщенных твердых растворов. Старение. Низкотемпературный, распад, деформационное старение.	УК-1; УК-5; УК-6; ПК-12	288 (8)

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Коды формируемых компетенций	Объем, акад. час (з.е.)
	1.11 Классификация сплавов. Фазы и структуры в сплавах Fe-C. Классификация сталей. Углеродистые и легированные стали. Конструкционные и инструментальные стали. 2.1 Виды термической обработки металлов 2.2 Технология термообработки сортового проката. Проходные роликовые печи 2.3 Технология термообработки листового проката. Колпаковые печи. АНО-АНГЦ 2.4 Термомеханическая обработка. Контролируемая прокатка 2.5 Технология термообработки проволоки. Агрегаты отжига и патентирования		
Б1.В.ДВ.01.01	Инновационные решения в металлургических технологиях Цели и задачи изучения дисциплины: - формирование и развитие знаний по выбору и применению новых эффективных машин, агрегатов и процессов металлургического производства Основные разделы дисциплины: 1. Необходимость и реалии инновационного развития Российской Федерации 1.1 Принципиальные особенности инновационных технологий 1.2 Стратегические документы в сфере инновационного развития и стратегия развития черной металлургии 2. Инновационное развитие металлических материалов 2.1 Градиентные и наноструктурированные металлические материалы 2.2 Современные марки стали и классы качества проката различного назначения 3. Инновационные решения в оборудовании и процессах производства металлических продуктов для получения стали 3.1 Инновационные решения в оборудовании и процессах производства металлических продуктов для получения стали 3.2 Технологии и оборудование прямого восстановления железа 4. Инновационные решения в оборудовании и процессах производства стали 4.1 Развитие оборудования и технологий кислородноконверторного производства стали 4.2 Развитие оборудования и технологий электросталеплавильного производства 5. Инновационные решения в оборудовании и технологиях производства металлопродукции 5.1 Передовые технологические процессы и оборудование производства металлопродукции 5.2 Методы и оборудование для интенсивной пластической деформации 5.3 Аддитивные технологии в производстве металлических изделий и оборудование для их	УК-1; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	72 (2)

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Коды формируемых компетенций	Объем, акад. час (з.е.)
	реализации		
Б1.В.ДВ.01.02	Инновационные решения в металлургическом оборудовании Цели и задачи изучения дисциплины: - формирование и развитие знаний по выбору и применению новых эффективных машин, агрегатов и процессов металлургического производства Основные разделы дисциплины: 1. Необходимость и реалии инновационного развития Российской Федерации 1.1 Принципиальные особенности инновационных технологий 1.2 Стратегические документы в сфере инновационного развития и стратегия развития черной металлургии 2. Инновационное развитие металлических материалов 2.1 Градиентные и наноструктурированные металлические материалы 2.2 Современные марки стали и классы качества проката различного назначения 3. Инновационные решения в оборудовании и процессах производства металлических продуктов для получения стали 3. Инновационные решения в оборудовании и процессах производства металлических продуктов для получения стали 3.2 Технологии и оборудование прямого восстановления железа 4. Инновационные решения в оборудовании и процессах производства стали 4.1 Развитие оборудования и технологий кислородноконверторного производства стали 4.2 Развитие оборудования и технологий электросталеплавильного производства 5. Инновационные решения в оборудовании и технологиях производства металлопродукции 5.1 Передовые технологические процессы и оборудование производства металлопродукции 5.2 Методы и оборудование для интенсивной пластической деформации 5.3 Аддитивные технологии в производстве металлических изделий и оборудование для их реализации	УК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-13	72 (2)
БЛОК 2. ПРАКТИКА			
Обязательная часть			
Б2.О.01(У)	Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Цели и задачи практики: - подготовка к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью образовательной программы магистратуры 22.04.02 Металлургия, и видами профессиональной деятельности - научно-исследовательской,	УК-1; УК-4; ОПК-5; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14	324 (9)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	технологической и организационно-управленческой. Основные этапы прохождения практики (или краткое содержание): 1. Планирование НИР 2. Реферат 3. Научно-исследовательский 4. Завершающий		
Б2.О.02(П)	Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика Цели и задачи практики: - закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретением профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Основные этапы прохождения практики (или краткое содержание): 1. Организация практики 2. Производственный 3. Обработка и анализ полученной информации 4. Подготовка отчета по практике 5. Заключительный	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	432 (12)
Часть, формируемая участниками образовательных отношений			
Б2.В.01(П)	Производственная - преддипломная практика Цели и задачи практики: - закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и компетенций. Основные этапы прохождения практики (или краткое содержание): 1. Организация практики 2. Производственный 3. Обработка и анализ полученной информации 4. Подготовка отчета по практике 5. Заключительный	УК-1; УК-2; УК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15	324 (9)
ФТД. ФАКУЛЬТАТИВЫ			
ФТД.В.01	Информационные технологии в обработке материалов Цели и задачи изучения дисциплины: - изучение принципов построения и эксплуатации информационных систем в технологических процессах в металлургическом производстве; - основ информационных систем оперативного производственного менеджмента с целью целенаправленного использования информации для повышения эффективности выполнения производственных задач; - принципов хранения, обработки и эффективного поиска, анализа и синтеза информации в банках и базах данных. Основные разделы дисциплины:	ОПК-4; ОПК-5	72 (2)

<i>Индекс</i>	<i>Наименование дисциплины (модуля), практики</i>	<i>Коды формируемых компетенций</i>	<i>Объем, акад. час (з.е.)</i>
	1. Основы информационных технологий на промышленных предприятиях 1.1 Взаимосвязь с системами управления технологическими процессами 1.2 Взаимосвязь с системами управления качеством продукции 1.3 Взаимосвязь с системами управления проектирования и оценкой экономической эффективности 2. Базы данных и прикладные программы для управления производственными операциями 2.1 Технические средства сбора, обработки и передачи информации 2.2 Использование баз данных 2.3 Использование прикладных программ для управления производственными операциями 3. Освоение навыков анализа технологических режимов и процессов с точки зрения их информатизации 3.1 Информационные системы для анализа технологических процессов и основы их использования 3.2 Рассмотрение примеров анализа технологических процессов		
ФТД.В.02	Современный инжиниринг технологий металлургического производства Цели и задачи изучения дисциплины: - знакомство с современными механизмами и технологическими линиями, способствующими получению качественной ликвидной металлопродукции; умение анализировать пригодность и целесообразность применения элементов основного и вспомогательного оборудования в разрабатываемых технологических системах металлургического производства; получение новейшей информации о существующих технологических процессах и оборудовании основных цехов металлургического предприятия полного цикла; получение знаний о тенденциях развития и направлениях реконструкции основных переделов металлургического предприятия полного цикла. Основные разделы дисциплины: 1. Предпроектные работы 1.1 Аудит. 1.2 Техническое задание. 1.3 Технико-коммерческое предложение. 2. Проектные работы 2.1 Планирование работ. 2.2 Авторский надзор. 2.3 Гарантийные испытания.	ОПК-4; ОПК-5	72 (2)