

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

М.В. Миронова
«11» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Прикладные аспекты физико-математических знаний	Код модуля М.1.20
Образовательная программа Металлургия	Код ОП 22.03.02/44.04
Направление подготовки Металлургия	Код направления и уровня подготовки 22.03.02

Программа модуля и программ дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пыхтеева Ксения Борисовна	канд. техн. наук, доцент	доцент	кафедра металлургических технологий

Руководитель модуля «согласовано в электронном виде» К.Б. Пыхтеева

Рекомендовано:

Учебно-методическим советом НТИ (филиала) УрФУ

Председатель учебно-методического совета

«согласовано в электронном виде»

М.В. Миронова

Протокол № 5 от 11.06.2026 г.

Согласовано: «согласовано в электронном виде»

Руководитель ОП «Металлургия» К.Б. Пыхтеева

И.о. начальника ООД «согласовано в электронном виде» Л.Ю. Лунькова

Инженер (ведущий) РИОЦ «согласовано в электронном виде» А.В. Катаева

Раздел 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ»

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Прикладные аспекты физико-математических знаний» входит в систему модулей, образовательной программы «Металлургия», уровень подготовки – высшее базовое образование. Представляет собой логически завершенную по содержанию, методическому обеспечению самостоятельную учебную единицу, ориентированную на формирование целостной группы взаимосвязанных компетенций, относящихся к конкретному результату обучения.

Модуль М.1.20. «Прикладные аспекты физико-математических знаний» включен в общую часть Б.1 учебного плана. Состоит из четырех дисциплин: Высокие технологии в металлургии (1.20.1.), Механика сплошных сред (1.20.2), Моделирование процессов и объектов в металлургии (1.20.3), Ресурсо- и энергосбережение в металлургическом производстве (1.20.4).

1.2. Структура и объем модуля

№ п/п	Перечень дисциплин модуля	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Высокие технологии в металлургии	3/108	зачет
2.	Механика сплошных сред	2/72	зачет
3.	Моделирование процессов и объектов в металлургии	3/108	зачет
4.	Ресурсо- и энергосбережение в металлургическом производстве	3/108	зачет
ИТОГО по модулю:		11/396	не предусмотрено

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Кристаллография и минералогия, Металлургия черных и цветных металлов, Введение в специальность
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Материаловедение, Металловедение, Основы научно-исследовательской работы в области производства металлов, Термическая обработка металлов и сплавов

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

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

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям, включенным в формулировку результатов обучения.

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы учитываются при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Высокие технологии в металлургии	ПК-2. Способен определять организационные и технические меры по выплавке чугуна в доменных печах	Знать: - основные принципы и способы осуществления ресурсосберегающих технологий и создания безотходного производства в металлургии при производстве чугуна и стали. Уметь: - оценивать энергоэкологическую эффективность применения новой технологии на основе экобалансных расчетов при производстве чугуна и стали. Владеть: - опытом расчетов тепловых эффектов и оценки возможности протекания химических реакций на основе справочных данных термодинамических величин при производстве чугуна и стали
	ПК-5. Способен к осуществлению технологических мероприятий обработки металлов давлением	Знать: - основные принципы и способы осуществления ресурсосберегающих технологий и создания безотходного производства в металлургии при производстве прокатной продукции. Уметь: - оценивать энергоэкологическую эффективность применения новой технологии на основе экобалансных расчетов при производстве прокатной продукции. Владеть: - опытом расчетов тепловых эффектов и оценки возможности протекания физико-

		химических реакций на основе справочных данных термодинамических величин при производстве прокатной продукции.
	ПК-7. Способен к осуществлению технологических мероприятий литейного производства и организации согласованной работы его подразделений	Знать: - основные принципы и способы осуществления ресурсосберегающих технологий и создания безотходного производства в литейном производстве. Уметь: - оценивать энергоэкологическую эффективность применения новой технологии на основе экобалансных расчетов при производстве отливок. Владеть: - опытом расчетов тепловых эффектов и оценки возможности протекания химических реакций на основе справочных данных термодинамических величин при производстве отливок.
Механика сплошных сред	ОПК 2. Способен разрабатывать концепцию, создавать САД-модели, выполнять базовые инженерные расчёты (прочностные, динамические, тепловые), проводить расчётную верификацию и оформлять документацию по стандартам	Знать: - методы базовых инженерных расчётов. Уметь: - выполнять базовые инженерные расчёты и анализировать их результаты. Владеть: - навыками выполнения базовых инженерных расчётов.
	ОПК 5. Способен обоснованно выбирать материалы для изделий и технологических процессов на основе анализа их физико-механических и технологических свойств, а также применять методы формообразования и обработки для обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик.	Знать: - принципы связи материала, технологии изготовления и эксплуатационных характеристик изделия. Уметь: - оценивать влияние технологии изготовления на качество и ресурс изделия. Владеть: - навыками обеспечения требуемых характеристик изделия на основе выбора материала и технологии.
	ПК-5. Способен к осуществлению	Знать: - основы расчетов на прочность и жесткость

	технологических мероприятий обработки металлов давлением	деталей конструкций, принципы выбора типовых деталей при производстве черных металлов. Уметь: - выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин и механизмов при производстве черных металлов. Владеть: - владеть методами анализа напряженного и деформированного состояний материалов, принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования при производстве черных металлов.
Моделирование процессов и объектов в металлургии	ОПК 8. Способен применять искусственный интеллект и цифровые инструменты для анализа эксплуатационных данных, прогнозирования отказов, оптимизации обслуживания и синтеза инженерных решений, включая генеративное проектирование и нейросетевую параметрическую оптимизацию	Знать: - основы прогнозирования отказов и оптимизации технического обслуживания. Уметь: - применять цифровые инструменты для обработки и анализа эксплуатационных данных. Владеть: - навыками синтеза инженерных решений с применением цифровых методов.
	ОПК 12. Способен применять методологию системной инженерии: выявлять заинтересованные стороны и управлять требованиями; осуществлять системное моделирование, верификацию, валидацию и управление конфигурацией на всех этапах жизненного цикла системы	Знать: - методы системного моделирования, верификации, валидации и управления конфигурацией. Уметь: - строить системные модели и использовать их для анализа решения. Владеть: - навыками системного моделирования.
Ресурсо- и	ОПК 4. Способен учитывать требования	Знать: - требования промышленной и

энергосбережение в металлургическом производстве	стандартизации, сертификации, промышленной и экологической безопасности, защиты интеллектуальной собственности, а также нормы совместимости на всех этапах жизненного цикла технической системы	экологической безопасности. Уметь: - учитывать требования безопасности, сертификации и совместимости при проектировании. Владеть: - навыками оценки соответствия инженерного решения требованиям безопасности и совместимости.
	ПК-1. Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли	Знать: - энерго- и ресурсосберегающие безотходные технологии. Уметь: - анализировать предложения по энерго- и ресурсосбережению. Владеть: - навыками осуществления снижения потребления и потерь энергоресурсов.

1.5. Форма обучения

Реализация модуля предусмотрена для обучающихся по очной, заочной и очно-заочной формам.

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ «ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ»

2.1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ»

2.1.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

При изучении дисциплины применяется традиционная (репродуктивная) технология обучения.

2.1.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ПК-2. Способен определять организационные и технические меры по выплавке чугуна в доменных печах	Знать: - основные принципы и способы осуществления ресурсосберегающих технологий и создания безотходного производства в металлургии при производстве чугуна и стали. Уметь: - оценивать энергоэкологическую эффективность применения новой технологии на основе экобалансных расчетов при производстве чугуна и стали. Владеть: - опытом расчетов тепловых эффектов и оценки возможности протекания химических реакций на основе справочных данных термодинамических величин при производстве чугуна и стали
ПК-5. Способен к осуществлению технологических мероприятий обработки металлов давлением	Знать: - основные принципы и способы осуществления ресурсосберегающих технологий и создания безотходного производства в металлургии при производстве прокатной продукции. Уметь: - оценивать энергоэкологическую эффективность применения новой технологии на основе экобалансных расчетов при производстве прокатной продукции. Владеть: - опытом расчетов тепловых эффектов и оценки возможности протекания физико-химических реакций на основе справочных данных термодинамических величин при производстве прокатной продукции.
ПК-7. Способен к осуществлению технологических мероприятий литейного производства и организации согласованной работы его подразделений	Знать: - основные принципы и способы осуществления ресурсосберегающих технологий и создания безотходного производства в литейном производстве. Уметь: - оценивать энергоэкологическую эффективность применения новой технологии на основе экобалансных расчетов при производстве отливок. Владеть: - опытом расчетов тепловых эффектов и оценки

	возможности протекания химических реакций на основе справочных данных термодинамических величин при производстве отливок.
--	---

2.1.1.3. Содержание дисциплины

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение. Современное состояние, основные направления и перспективы развития технологий черной металлургии.	Определение термина высокие технологии: предмет и содержание курса; экономическая оценка использования различных материалов; экологическая оценка использования различных материалов; совершенствование металлургических технологий – объективная необходимость и условие научно-технического прогресса и устойчивого экономического развития. Характеристика основных направлений развития металлургии; мини-заводы.
P2	Экобалансный метод анализа как инструмент расчета ресурс потребления. Жизненный цикл металлопродукта.	Жизненный цикл металлопродукта; экобалансный метод анализа как инструмент расчета ресурсопотребления.
P3	Критерии и оценки высоких металлургических технологий, их характеристики, ресурсно-экологические показатели.	Ресурсо- и энергоемкость сталеплавильных процессов; основные направления снижения энергоемкости сталеплавильных процессов; перспективы использования непрерывных сталеплавильных процессов; пути снижения расхода шихты в сталеплавильном производстве; химический «угар».
P4	Новые материалы	Новые материалы; композиционные материалы; металлургия гранул (распыленных порошков); инжекционная формовка порошков; плазменная наплавка рабочего поверхностного слоя на детали механизмов и агрегатов; Новые огнеупорные материалы, применяемые в сталеплавильном производстве.
P5	Качество, как важнейший показатель высоких технологий	Факторы качества; зональная ликвация и макронеоднородность; неметаллические включения; сульфиды; фосфор; сурьма, олово, мышьяк; водород; назначение стали и критические факторы металлургического качества.
P6	Производство высококачественного чугуна. Способы внепечной обработки чугуна и стали.	Внепечная обработка чугуна. Кремний; внепечная обработка чугуна. Сера; внепечная обработка чугуна. Фосфор; Внепечная обработка стали; дегазация при вакуумировании.
P7	Социально-экономические проблемы традиционного двухстадийного производства стали и предпосылки развития бескоксовой металлургии	Снижения качества и растущий дефицит природных материалов и энергетических ресурсов. Высокие капитальные и эксплуатационные затраты; технико-экономические показатели различных схем производства стали; задачи, решаемые бескоксовыми процессами

		производства стали.
P8	Прямое получение железа и стали. Характеристика способов бескоксовой металлургии.	Схема и работа печи Д. К. Чернова; схема и работа печи Д. К. Чернова с газогенератором; процессы твердофазного восстановления. Процесс Midrex; процессы твердофазного восстановления. Процесс FINMET; процессы твердофазного восстановления. Процесс DryIron; процессы жидкофазного восстановления. Процесс Cogex; процессы жидкофазного восстановления. Процесс РОМЕЛТ; процессы жидкофазного восстановления. Процесс AusIron; процессы жидкофазного восстановления. Процесс Technored.
P9	Энерго-экологические проблемы металлургического производства. Высокие технологии как эффективный способ минимизации вредного воздействия металлургии на окружающую среду.	Этапы эволюции доменного процесса; Нагрев дутья в доменной печи. Влияние нагрева на расход кокса; Обогащение дутья кислородом. Влияние кислорода на технологию выплавки чугуна; Водяной пар в дутье; Вдувание углеродсодержащих веществ в доменную печь; Вдувание мазута; Вдувание измельченного угля; Совместное использование углеводородов и обогащенного кислородом дутья.
P10	Системный анализ доменной плавки	Анализ доменной плавки. Анализ теплового режима, восстановления шихтовых материалов, газодинамика столба шихты; Принцип затухания; Принцип сочетания; Принцип предельных состояний.
P11	Альтернативы эволюционного развития металлургических технологий.	Использование доменной печи для производства ферросплавов; Энергетическая функция развития доменной плавки; Использование доменной плавки для утилизации техногенных и бытовых отходов.

2.1.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.1.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Агеев Н. Г. Металлургические расчеты с использованием пакета прикладных программ HSC Chemistry : учебное пособие / Н. Г. Агеев, С. С. Набойченко ; [научный редактор С. С. Набойченко]. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. — 124 с. — <http://hdl.handle.net/10995/40659>

Печатные издания

1. Товаровский И. Г. Доменная плавка. Эволюция, ход процессов, проблемы и перспективы [Текст] / И. Г. Товаровский. - Днепропетровск : Пороги, 2013. - 596 с.
2. Пачурин, Г. В. Долговечность упрочнённых металлов и сплавов : учебное пособие / Г. В. Пачурин, В. В. Галкин, В. Г. Пачурин. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. - 227, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 221-227 (80 назв.). - Гриф. - ISBN 978-5-94178-554-4

3. Протасов, А. В. Технологические комплексы для обработки расплавленных металлов инжекционной проволокой : монография / А. В. Протасов, Б. А. Сивак, В. А. Золотухин. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. - 376 с. : ил. - Библиогр.: с. 360-375 (154 назв.). - ISBN 978-5-94178-654-1

4. Процессы вторичного окисления железа : учебное пособие / А. С. Тимофеева, Т. В. Никитченко, Е. С. Тимофеев [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. - 116 с. : ил. - Приложения: с. 96-113. - Библиогр.: с. 114-115 (25 назв.). - Гриф. - ISBN 978-5-94178-648-0

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=1909>
2. <https://nti.urfu.ru/page/PeriodikaPoObrazovatelnyProgrammam#%D0%9C%D0%B5%D1%82>
3. <https://biblioclub.ru/>
4. <http://www.iprbookshop.ru/586.html>

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.

2.1.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования:	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк

			ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк

			программного обеспечения	
--	--	--	--------------------------	--

2.2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД»

2.2.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

2.2.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

При изучении дисциплины применяется традиционная (репродуктивная) технология обучения.

2.2.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 2. Способен разрабатывать концепцию, создавать САД-модели, выполнять базовые инженерные расчёты (прочностные, динамические, тепловые), проводить расчётную верификацию и оформлять документацию по стандартам	Знать: - методы базовых инженерных расчётов. Уметь: - выполнять базовые инженерные расчёты и анализировать их результаты. Владеть: - навыками выполнения базовых инженерных расчётов.
ОПК 5. Способен обоснованно выбирать материалы для изделий и технологических процессов на основе анализа их физико-механических и технологических свойств, а также применять методы формообразования и обработки для обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик.	Знать: - принципы связи материала, технологии изготовления и эксплуатационных характеристик изделия. Уметь: - оценивать влияние технологии изготовления на качество и ресурс изделия. Владеть: - навыками обеспечения требуемых характеристик изделия на основе выбора материала и технологии.
ПК-5. Способен к осуществлению технологических мероприятий обработки металлов давлением	Знать: - основы расчетов на прочность и жесткость деталей конструкций, принципы выбора типовых деталей при производстве черных металлов. Уметь: - выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин и механизмов при производстве черных металлов. Владеть: - владеть методами анализа напряженного и деформированного состояний материалов, принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования при производстве черных металлов.

2.2.1.3. Содержание дисциплины

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Основные элементы тензорных представлений и тензорных обозначений. Примеры их применения, в том числе в механике сплошных сред (в частности в теории пластичности).
P2	Теория напряженного состояния	Основные определения. Тензор напряжения. Главные нормальные напряжения. Инварианты тензора напряжения. Девиатор тензора напряжения и его инварианты. Дифференциальные уравнения движения
P3	Теория деформированного состояния	Тензор скорости деформации. Главные скорости удлинения. Инварианты тензора скорости деформации. Девиатор тензора скорости деформации и его инварианты. Уравнение неразрывности. Теория течения в приращениях перемещений

2.2.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.2.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Зубчанинов, В.Г. Механика процессов пластических сред / В.Г. Зубчанинов. – Москва : Физматлит, 2010. – 354 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68958> (дата обращения: 10.02.2021). – ISBN 978-5-9221-1235-2. – Текст : электронный
2. Грешнов, В.М. Физико-математическая теория больших необратимых деформаций металлов / В.М. Грешнов. – Москва : Физматлит, 2018. – 230 с. : граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485255> (дата обращения: 10.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1776-0. – Текст : электронный.

Печатные издания

1. Бабкин, Александр Викторович . Материалы для подготовки к теоретическим коллоквиумом модульно-рейтингового контроля по дисциплине "Прикладная механика сплошных сред" : метод. указания. Раздел. "Основы механики сплошных сред". Модуль 3 / А. В. Бабкин, В. В. Селиванов ; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. И. Баумана. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - 36 с.
2. Кучеряев, Б. В. Механика сплошных сред. (Теоретические основы обработки давлением) [Текст] : учебник для ВУЗов / Б. В. Кучеряев ; Моск. гос. ин-т стали и сплавов (технол. ун-т). - М. : МИСиС, 2000. - 320 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=1909>
2. <https://nti.urfu.ru/page/PeriodikaPoObrazovatelnyProgrammam#%D0%9C%D0%B5%D1%82>
3. <https://biblioclub.ru/> _

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.

2.2.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место	Операционная система Windows, офисный пакет

		обучающихся	преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно- образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Microsoft Office, Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточн ой аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно- образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк

2.3. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ»

2.3.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

2.3.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

При изучении дисциплины применяется традиционная (репродуктивная) технология обучения.

2.3.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 8. Способен применять искусственный интеллект и цифровые инструменты для анализа эксплуатационных данных, прогнозирования отказов, оптимизации обслуживания и синтеза инженерных решений, включая генеративное проектирование и нейросетевую параметрическую оптимизацию	Знать: - основы прогнозирования отказов и оптимизации технического обслуживания. Уметь: - применять цифровые инструменты для обработки и анализа эксплуатационных данных. Владеть: - навыками синтеза инженерных решений с применением цифровых методов.
ОПК 12. Способен применять методологию системной инженерии: выявлять заинтересованные стороны и управлять требованиями; осуществлять системное моделирование, верификацию, валидацию и управление конфигурацией на всех этапах жизненного цикла системы	Знать: - методы системного моделирования, верификации, валидации и управления конфигурацией. Уметь: - строить системные модели и использовать их для анализа решения. Владеть: - навыками системного моделирования.

2.3.1.3. Содержание дисциплины

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Проблема проектирования и управления современными сложными реальными объектами	Особенности функционирования современных технологических объектов. Первые модели систем. Последовательность их разработки. Средства моделирования, Переход к использованию ЭВМ.

P2	Основные понятия теории систем	Предмет теории систем. Система. Виды систем. Свойства систем. Системотехника. Системный анализ.
P3	Основные виды моделей	Понятие модели. Структурные элементы. Математические модели. Классификация моделей по характеру структурных элементов.
P4	Структурный синтез моделей	Выделение объекта моделирования из среды. Формулировка целей функционирования реальных объектов. Определение связей реального объекта со средой. Экспертное ранжирование. Выбор структурных элементов. Идентификация параметров модели.
P5	Разработка моделей	Разработка имитационных моделей. Модель литейного цеха. Модель прокатного цеха. Модель кузнечного цеха. Основные результаты имитационного моделирования, его преимущества и недостатки. Разработка математических моделей. Разработка детерминированных моделей. Модель распределения ресурсов. Модель о назначении. Разработка стохастических моделей. Модель распределения ресурсов. Построение стохастической модели по накопленной производственной технологической информации. Использование модели графа для определения перспективных направлений развития технологии. Разработка систем массового обслуживания. Элементы систем массового обслуживания. Модель работы совокупности плавильных агрегатов.
P6	Методы исследования и оптимизации реальных объектов на основе моделирования	Постановка задач оптимизации. Линейное программирование. Нелинейное программирование. Численные методы исследования математических моделей. Методы конечных разностей в применении к исследованию литейных процессов. Симплекс-метод.

2.3.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.3.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Гарбер, Э. Моделирование и совершенствование теплового режима и профилировок валков широкополосных станов горячей прокатки / Э. Гарбер, М. Хлопотин ; науч. ред. З.К. Кабаков ; Череповецкий государственный университет, Инженерно-технический институт. – Череповец: Череповецкий государственный университет (ЧГУ) ; Москва: Теплотехник, 2013. – 114 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434759> (дата обращения: 10.02.2021). – ISBN 978-5-85341-523-2. - ISBN 978-5-98457-113-5. – Текст : электронный.
2. Основы проектирования процессов непрерывного прессования металлов / Ю.В. Горохов, В.Г. Шеркунов, Н.Н. Довженко и др. ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск :

- Сибирский федеральный университет (СФУ), 2013. – 223 с. : табл., ил., граф., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364049> (дата обращения: 10.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2768-2. – Текст : электронный.
3. Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию : [16+] / Ю.И. Бродский. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 240 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702> (дата обращения: 10.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-3697-8. – DOI 10.23681/429702. – Текст : электронный.
4. Агеев, Н. Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н. Г. Агеев ; науч. ред. С. С. Набойченко ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 111 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=688963> (дата обращения: 04.06.2026). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-1712-7. – Текст : электронный.
6. Белов, П.С. САПР технологических процессов: курс лекций : [16+] / П.С. Белов, О.Г. Драгина. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 151 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560692> (дата обращения: 10.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-0074-6. – DOI 10.23681/560692. – Текст : электронный.
7. Захаров, Ю.В. Математическое моделирование технологических систем : учебное пособие / Ю.В. Захаров ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 84 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477400> (дата обращения: 10.02.2021). – Библиогр.: с. 81. – ISBN 978-5-8158-1501-8. – Текст : электронный.

Печатные издания

1. Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением. Численные методы [Текст] / В. Н. Данченко, А. А. Миленин, В. И. Кузьмин [и др.]. – Днепропетровск : Системные технологии, 2005. – 448 с
2. Лялюк, Виталий Павлович. Моделирование процессов доменной плавки : монография / В. П. Лялюк. – Москва ; Вологда : ИНФРА-Инженерия, 2020. – 160 с. 2 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=1909>
2. <https://nti.urfu.ru/page/PeriodikaPoObrazovatelnyProgrammam#%D0%9C%D0%B5%D1%82>
3. <https://biblioclub.ru/>
4. <http://www.iprbookshop.ru/586.html>

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.

2.3.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения.
-------	-------------	--------------------------------------	---	------------------------------------

		помещений для самостоятельно й работы		Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет

			Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк

2.4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»

2.4.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

2.4.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

При изучении дисциплины применяется традиционная (репродуктивная) технология обучения.

2.4.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 4. Способен учитывать требования стандартизации, сертификации, промышленной и экологической безопасности, защиты интеллектуальной собственности, а также нормы совместимости на всех этапах жизненного цикла технической системы	Знать: - требования промышленной и экологической безопасности. Уметь: - учитывать требования безопасности, сертификации и совместимости при проектировании. Владеть: - навыками оценки соответствия инженерного решения требованиям безопасности и совместимости.
ПК-1. Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли	Знать: - энерго- и ресурсосберегающие безотходные технологии. Уметь: - анализировать предложения по энерго- и ресурсосбережению. Владеть: - навыками осуществления снижения потребления и потерь энергоресурсов.

2.4.1.3. Содержание дисциплины

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Ресурсы в черной металлургии	Виды экономических ресурсов, используемых в черной металлургии. Ресурсы воспроизводимые и невозпроизводимые. Особый экономический ресурс - время. Капиталовложения. Промежуточный и конечный продукт. Информационный ресурс. Принцип ограниченности ресурсов. Взаимозаменяемость ресурсов. Возникновение вторичных ресурсов. Предел производственных возможностей. Принятие решения по использованию

		ресурсов и цена выбор. Поиск оптимального решения
P2	Основные направления развития и совершенствования производства черных металлов с целью ресурсосбережения	Тенденция развития производства черных металлов. Снижение расхода природных ресурсов в продукции производства. Повышение прочности и эксплуатационных свойств сплавов. Научно-технические, конструкторско-технологические, организационно-экономические и социальные мероприятия по экономии ресурсов при производстве черных металлов. Разработка новых сплавов и способов изготовления черных металлов. Внедрение прогрессивных технологических процессов плавки. Совершенствование подготовки исходных материалов. Повышение автоматизации производства. Совершенствование информационной базы и метрологического обеспечения. Учет и анализ брака. Внедрение АСУТПП, АСУТП, АСУП. Повышение квалификационного и культурно-интеллектуального уровня работающих.
P3	Пути экономии материалов	Составление производственной программы. Баланс металла. Учет брака. Расчет свежих компонентов шихты с целью минимизации себестоимости конечной продукции. Совершенствование структуры шихты, поиск эффективных заменителей дорогостоящих шихтовых материалов, флюсов, огнеупоров. Оптимизация размеров запасов. Расчет издержек по содержанию запасов.
P4	Снижение энергетических затрат	Выбор вида энергии для использования при плавке сплавов. Выбор типа плавильного агрегата с учетом теплового КПД. Интенсификация процессов плавки. Использование экономичных плавильных агрегатов нового поколения. Контроль расхода энергии на всех стадиях технологического процесса. Утилизация тепла отходящих газов.
P5	Природоохранные мероприятия	Внедрение современных технологических процессов. Экономическая эффективность природоохранных мероприятий. Пути сокращения затрат на природоохранные мероприятия. Применение малоотходных технологий, переработка и использование отходов. Создание замкнутых производств.

2.4.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.4.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Тихомиров, Н. П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Тихомиров Н. П. — М. : Юнити-Дана, 2012. — 351 с. — ISBN 5-238-00489-3. — (<URL: <http://www.biblioclub.ru/book/115023/>>.)

2. Тарасова, Н. П. Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Тарасова Н. П. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 236 с. (<URL: <http://www.biblioclub.ru/book/115664/>>.)

3. Саркисов, О. Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Саркисов О. Р. — М. : Юнити-Дана, 2012. — 232 с. (<URL: <http://www.biblioclub.ru/book/118197/>>.)

Печатные издания

1. Хван Т. А. Экология. Основы рационального природопользования : учеб. пособие для бакалавров / Т. А. Хван, М. В. Шинкина. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2012. - 319 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=1909>
2. <https://nti.urfu.ru/page/PeriodikaPoObrazovatelnyProgrammam#%D0%9C%D0%B5%D1%82>
3. <https://biblioclub.ru/>
4. <http://www.iprbookshop.ru/586.html>

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.

2.4.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк

			Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиал) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций Контур.Толк