

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161240	Цифровое и физическое моделирование механических свойств

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Информационные системы и цифровые технологии в металлургии	Код ОП 1. 22.04.02/33.13
Направление подготовки 1. Металлургия	Код направления и уровня подготовки 1. 22.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Салихянова Екатерина Ильинична	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	обработки металлов давлением

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Цифровое и физическое моделирование механических свойств

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Цифровое и физическое моделирование механических свойств» включает в себя одноименную дисциплину, в рамках которой студенты знакомятся с методами определения механических свойств, а также программными продуктами и расчетными методиками, позволяющие предсказывать значения механических свойств металлоизделий, и заменяющие трудоемкие и дорогостоящие физические испытания.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Цифровое и физическое моделирование механических свойств	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Цифровое и физическое моделирование механических свойств	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая	3-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения 3-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений

	<p>проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
	<p>ПК-3 - Способен выбирать материал для изготовления изделий методами обработки давлением, прогнозировать его физико-механические свойства на основе физического и компьютерного моделирования</p>	<p>З-1 - Характеризовать способы испытания образцов для определения механических, реологических и трибологических свойств материалов, подвергаемых обработке давлением</p> <p>З-2 - Характеризовать современные программные комплексы для определения механических, реологических и трибологических свойств материалов, подвергаемых обработке давлением</p> <p>У-1 - Осуществлять обоснованный выбор метода определения характеристик материалов</p> <p>У-2 - Выбирать способы испытания образцов для определения конкретных характеристик материалов</p> <p>У-3 - Выбирать соответствующий программный продукт для определения конкретных характеристик материалов</p> <p>П-1 - Самостоятельно проводить испытания для определения механических, реологических и трибологических свойств материалов, оформлять отчет о работе</p> <p>П-2 - Представлять результаты физических экспериментов в требуемой для компьютерного моделирования технологических процессов форме и объеме</p> <p>П-3 - Выполнять компьютерное моделирование физико-механических свойств материалов с применением</p>

		соответствующего программного обеспечения Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении практических работ Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровое и физическое моделирование
механических свойств

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Салихянова Екатерина Ильинична	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	Кафедра обработки металлов давлением

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»**

Протокол № 2 от 29.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Салихьянова Екатерина Ильинична, Ассистент, обработки металлов давлением

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет и структура дисциплины "Цифровое и физическое моделирование механических свойств". требования нормативно-технической документации к качеству металлопродукции и уровню механических свойств
P2	Физические процессы в металлах и сплавах при пластической деформации и термообработке	Дефекты кристаллического строения металлов. Фазовый состав сталей и сплавов. Полигонизация, рекристаллизация, фазовые превращения. Способы повышения прочностных, пластических и энергетических характеристик механических свойств сталей и сплавов.
P3	Условия эксплуатации металлопродукции, контрольные характеристики механических свойств.	Статические и динамические виды нагружения. Виды циклической и знакопеременной деформации. Ползучесть металлов при повышенной температуре и постоянном напряжении. Воздействие окружающей среды на уменьшение эксплуатационного ресурса металлопродукции.
P4	Стандартные методы испытания образцов	Методика и обработка результатов испытания. Испытание образцов на растяжение, прочностные и пластические характеристики. Ударная вязкость, вязкость разрушения сталей и сплавов. Твердость, способы определения твердости. Усталость металлов. Износостойкость и контактная прочность. Жаропрочность, ползучесть, длительная прочность. Коррозионная стойкость
P5	Теория механических испытаний	Нестандартные способы испытания образцов для исследования сопротивления деформации и пластичности металлов. Понятие монотонной, квазимонотонной и знакопеременной

		деформации. Эффекты Баушингера, Мазинга циклического разупрочнения металла при знакопеременной деформации. Методика построения диаграмм пластичности при разных значениях показателя Лоде при испытаниях образцов на установке высокого давления. Особенности напряженного и деформированного состояний на свободной поверхности образца.
Р6	Постановка физического моделирования	Испытания образцов на универсальных испытательных установках. Проведение испытаний на растяжение, сжатие при комнатной температуре. Проведение испытаний на растяжение при высоких температурах. Проведение испытаний на кручение. Осуществление монотонной и знакопеременной (кручение) деформаций. Анализ, полученных на установках диаграмм напряжение-деформация. Определение предела текучести, предела прочности, предела упругости и констант упругости (модуль нормальной упругости, модуль объемной упругости, модуль сдвига и коэффициент Пуассона). Сравнение результатов полученных при цифровом и физическом моделировании.
Р7	Постановка цифрового моделирования	Моделирование испытаний в программном комплексе QForm, с учетом данных полученных во время физического моделирования. Постановка задач на растяжение, сжатие при комнатной температуре. Постановка задачи на растяжение при высоких температурах. Постановка задачи на кручение образца. Проведение монотонной и знакопеременной деформаций. Анализ полученных данных по изменению прочностных и пластических свойств материалов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровое и физическое моделирование механических свойств

Электронные ресурсы (издания)

1. Бурдуковский, В. Г.; Механические свойства металлов и модели разрушения : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=698911> (Электронное издание)
2. Плохов, А. В.; Физические и механические свойства материалов : учебник.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575603> (Электронное издание)
3. ; Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695956> (Электронное издание)

4. Пышминцев, И. Ю.; Механические свойства металлов и сплавов; ; 2008; http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=7853 (Электронное издание)

5. ; Механические свойства алюминиевых сплавов : монография.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363937> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Богатов, А. А., Бараз, В. Р., Степаненко, В. И.; Механические свойства и модели разрушения металлов : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Обработка металлов давлением" и "Машины и технология обработки металлов давлением".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (32 экз.)

2. ; Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 22.03.02, 22.04.02 - Metallургия, для аспирантов, обучающихся по направлению 22.06.01 - Технология материалов.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (15 экз.)

3. Рыбин, Ю. И., Рудской, А. И., Золотов, А. М.; Математическое моделирование и проектирование технологических процессов обработки металлов давлением : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров 553300 "Прикладная механика" по дисциплине "Мат. моделирование технол. процессов".; Наука, Санкт-Петербург; 2004 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

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

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровое и физическое моделирование механических свойств

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Qform 2D/3Dx32

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	КОМПАС-3D v. 19
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Qform 2D/3Dx32</p> <p>КОМПАС-3D v. 19</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Qform 2D/3Dx32</p> <p>КОМПАС-3D v. 19</p>

		санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Qform 2D/3Dx32 КОМПАС-3D v. 19
5	Самостоятельная работа студентов	Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Qform 2D/3Dx32 КОМПАС-3D v. 19