

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
С.Т. Князев
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
М.1.7

Модуль
Математическое моделирование и современные проблемы
наук о материалах и процессах

Екатеринбург, 2020

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Материаловедение и технология конструкционных материалов	Код ОП 22.04.01/33.04
Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов	Код направления и уровня подготовки 22.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Водолазский Федор Валерьевич	Кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра термообработки и физики металлов.

Руководитель модуля



Ф. В. Водолазский

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 1-12 от 11.11.2019 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ



Р. Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» изучается студентами в рамках образовательной программы «Материаловедение и технология конструкционных материалов» (направление подготовки «Материаловедение и технологии материалов») и направлен на формирование фундаментальных представлений о математическом моделировании в различных разделах материаловедения и металлургии.

В модуль включена одна дисциплина «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах», в которой рассматриваются основы стереометрической металлографии, а также устройство и принцип работы анализатора изображений для микроскопии, анализируются алгоритмы обработки и расчета данных. В другой части дисциплины рассматриваются проблемы, связанные с текстурным анализом. Изучаются основы текстурного анализа, методика построения прямых и обратных полюсных фигур (ППФ и ОПФ), анализируются принципы обработки данных при построении функции распределения ориентаций (ФРО). Рассматриваются современные методики анализа текстур.

В данной дисциплине широко применяются мультимедийные технологии, много времени отводится на самостоятельную работу студентов. В ходе лабораторных и практических занятий студенты осваивают практические навыки компьютерного моделирования, учатся самостоятельно обрабатывать и анализировать полученные данные.

В дисциплине много внимания уделяется новым методикам, применяемым в различных разделах материаловедения.

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 и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах	6 з.е. / 216 час.	Экзамен
ИТОГО по модулю:		6 з.е. / 216 час.	Экзамен

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Обучение в бакалавриате по специальности 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Физические методы исследования материалов Дифракционные и электронно-микроскопические методы анализа материалов Методология выбора материалов и технологий в промышленности Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве

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

Изучение дисциплины 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.

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

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах	<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p> <p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> <p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p> <p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основных понятий информатики, современных средств вычислительной техники; - основ математического моделирования, применяемого в науке и производстве; - основ формирования цифровых данных и их применения в науке и производстве; - существующих и перспективных компьютерных и информационных технологий применительно к материаловедению и технологии конструкционных материалов. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий новых знаний и умений; - пользоваться методами моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов; - оценивать и прогнозировать технологические и эксплуатационные свойства материалов с использованием компьютерных и

	<p>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</p> <p>ПК-4 - Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливать природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по повышению качества продукции на основе результатов исследований</p>	<p>информационных технологий.</p> <p>Иметь опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математического моделирования применительно к материаловедению и технологии конструкционных материалов <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципами повышения прочности материалов <p>Личностные качества:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методами математического моделирования структурного и текстурного состояния конструкционных материалов с помощью компьютерных и информационных технологий - Базовыми знаниями теоретических и прикладных наук при экспериментальном исследовании материалов и процессов; - Навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, структуры и свойств материалов и изделий из них.
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Водолазский Федор Валерьевич	Кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра термообработки и физики металлов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № _1-12__ от __11.12.2019_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика прочности и разрушения материалов

1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
 - Базовый уровень

1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине 1

Таблица 1.2

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p> <p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> <p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p> <p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p> <p>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</p> <p>ПК-4 - Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливать природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по повышению качества продукции на основе результатов исследований</p>	<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none">- основных понятий информатики, современных средств вычислительной техники;- основ математического моделирования, применяемого в науке и производстве;- основ формирования цифровых данных и их применения в науке и производстве;- существующих и перспективных компьютерных и информационных технологий применительно к материаловедению и технологии конструкционных материалов. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения;- пользоваться методами моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов;- оценивать и прогнозировать технологические и эксплуатационные свойства материалов с использованием компьютерных и информационных технологий. <p>Иметь опыт:</p> <ul style="list-style-type: none">- математического моделирования применительно к материаловедению и технологии конструкционных материалов <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">- принципами повышения прочности материалов <p>Личностные качества:</p> <ul style="list-style-type: none">- Методами математического моделирования структурного и текстурного состояния конструкционных материалов с

	<p>помощью компьютерных и информационных технологий</p> <ul style="list-style-type: none"> - Базовыми знаниями теоретических и прикладных наук при экспериментальном исследовании материалов и процессов; - Навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, структуры и свойств материалов и изделий из них.
--	---

1.3. Содержание дисциплины

Физика прочности и разрушения материалов

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Применение математического моделирования при анализе структур сплавов	Применение математического моделирования при автоматизированном анализе микроструктур. Некоторые положения стереометрической металлографии. Оценка реальной структуры. Количественные соотношения между параметрами трехмерной, двумерной и одномерной структур. Неоднородность структуры и плоскость выбора шлифа. Устройство и принцип работы анализатора изображений для световой микроскопии. Метод светлого поля в отраженном свете. Метод темного поля в отраженном свете. Метод поляризации. Метод дифференциально-интерференционного контраста. Основы формирования изображения на экране монитора компьютера. Основы преобразование изображений. Система анализа изображений "SIAMS Photolab".
P2	Применение математического моделирования при анализе текстур сплавов	Применение математического моделирования при текстурном анализе. Кристаллографические проекции. Прямые полюсные фигуры. Обратные полюсные фигуры. Алгоритмы расчета ППФ и ОПФ. Аксиальные текстуры. Ограниченные текстуры (текстуры прокатки). Дифрактометрическое исследование текстуры. Описание текстуры с помощью функции распределения ориентировок (ФРО). Исследование текстуры методом дифракции обратно рассеянных электронов (ДОРЭ). Углы Эйлера. Получение ФРО с помощью ДОРЭ-метода. Пересчет ФРО в ППФ и ОПФ.
P3	Связь между математическим моделированием и анализом текстур сплавов	Пластическая деформация и текстурообразование. Текстура деформации. Текстура рекристаллизации. Особенности дислокационной структуры и процесса рекристаллизации в текстурованном материале. Теоретические представления о текстурообразовании при рекристаллизации.
P4	Применение математического моделирования при	Порошковая дифрактограмма. Профильный анализ: метод свертки. Индексирование дифрактограммы. Профильный анализ всей дифрактограммы. Сферические гармоники.

	дифракционном анализе	
--	-----------------------	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах

Электронные ресурсы (издания)

1. Жуковский, О. И. Информационные технологии и анализ данных : учебное пособие / О.И. Жуковский .— Томск : Эль Контент, 2014 .— 130 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480500> (дата обращения 30.09.2020)
2. Информационные технологии в управлении технологическими процессами цветной металлургии : учебное пособие / Б.М. Горенский .— Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012 .— 148 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229169> (дата обращения 30.09.2020)
3. Изюмов, А. А. Компьютерные технологии в науке и образовании : учебное пособие / А.А. Изюмов ; В.П. Коцубинский .— Томск : Эль Контент, 2012 .— 150 с. Режим доступа: http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=1012022 (дата обращения 30.09.2020)

Печатные издания

электронного каталога библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76> (не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)):

1. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студентов / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова, с доп. О. В. Егоровой .— М. : Техносфера, 2004 .— 384 с. Рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-94836-018-0, 42 экз.
2. Горелик С. С, Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учеб. пособие для вузов. — 4-е изд. доп. и перераб. — М.: МИСИС, 2002. —360 с. ISBN 5-87623-096-0, 37 экз.
3. Организация и математическое планирование эксперимента: учебное пособие / Юдин Ю.В., Майсурадзе М.В., Водолазский Ф.В. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 124 с. ISBN 978-5-7996-2486-6, 11 экз. (каф. ТОиФМ)
4. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. и др. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия/ М.: Металлургия, 1982, 632 с. 92 экз.
5. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография. М.: Металлургия. 1970. 375 с. 9 экз.
6. Чернявский К. С. Стереология в металловедении. М.: Металлургия. 1977. 279 с. 5 экз.
7. Бородкина М.М., Спектор Э. Н. Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов М., «Металлургия», 1981. 272 с. 4 экз.
8. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач / А.Н. Тихонов, В.Д. Кальнер, В.Б. Гласко. М.: Машиностроение, 1990. 264 с. 4 экз.
9. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1982. 5 экз.
10. Рекристаллизация металлов и сплавов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 150702 - Физика металлов и по направлению 150100 - Материаловедение и технологии материалов / В. С. Литвинов, С. В. Гриб ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013 .— 86 с. : ил. — Библиогр.: с. 81-82 (20 назв.) .— ISBN 978-5-7996-0919-1, 100 экз.

11. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студентов / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова, с доп. О. В. Егоровой .— М. : Техносфера, 2004 .— 384 с. Рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-94836-018-0, 42 экз.
12. Штремель, Мстислав Андреевич. Прочность сплавов : Учебник для вузов. Ч. 2. Деформация .— М. : МИСИС, 1997 .— 527 с. — рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-87623-015-4 : 43.80., 4 экз.
13. Штремель, Мстислав Андреевич. Прочность сплавов : Учебник для вузов. Ч. 1. Дефекты решетки / Моск. гос. ин-т стали и сплавов (Технол. ун-т .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : МИСИС, 1999 .— 383с. — без грифа .— ISBN 5-87623-046-4 : 46.80., 5 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>];

ЭБС "Лань" (Издательство "Лань");
 Taylor&Francis (Taylor & Francis Group);
 American Institute of Physics;
 eLibrary (ООО Научная электронная библиотека);
 Institute of Physics (IOP);
 Journal Citation Reports (JCR) Web of Science;
 Scopus Elsevier;
 Springer Materials (Springer Nature);
 SpringerLink (Springer Nature);
 Web of Science Core Collection (Web of Science).

<http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=80>]

Физика металлов и металловедение: [журнал];
 Письма в "Журнал технической физики": [журнал];
 Журнал технической физики: [журнал];
 Российские нанотехнологии: [журнал];
 Материаловедение: науч.-техн. и произв. журн.

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

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>
3. Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
4. Electron Backscatter Diffraction Analysis – обучающий сайт www.ebsd.com
5. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
6. Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов.	Три лекционных аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием.	Операционная система Microsoft Windows 7.
2	Лабораторные занятия	Оптический микроскоп Olympus GX51.	Анализатор изображений Siams 700. Операционная система Microsoft Windows 7. MS Office.