

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

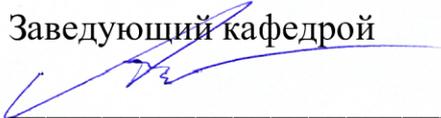
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Машиностроение и материаловедение»

Утверждено на заседании кафедры  
«Машиностроение и материаловедение»

« 30 » января 2023 г., протокол №\_6\_

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ А.В. Анцев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Современные методы анализа и исследования структуры и  
свойств материалов»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки

**22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

с направленностью (профилем)

**Материаловедение, технологии получения и обработки металлических ма-  
териалов со специальными свойствами**

Формы обучения: очная, очно-заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 220401-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ  
рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Гончаров Сергей Стефанович, доц. каф МиМ, к.т.н., доц.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является формирование у студентов знаний, умений и навыков, обеспечивающих участие выпускников университета в творческой научно-исследовательской деятельности в разработке новых и улучшению существующих материалов, процессов их получения и обработки, внедрения лучших отечественных и зарубежных материалов, технологий и производств для получения высококачественного конечного продукта.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- фундаментальная подготовка квалифицированных специалистов в области современных методов исследования фазового состояния и структуры материалов;
- теоретическое и практическое освоение основных понятий и выработки у будущего специалиста комплекса навыков и знаний использования дифракционных, спектральных, электронно-микроскопических методов физического металловедения.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в третьем семестре.

## 3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) основы физики взаимодействия рентгеновского излучения, электронов и нейтронов с твердым телом, законы дифракции рентгеновских лучей, электронов и нейтронов (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК- 11.1);
- 2) основы дифракционных методов анализа ( код компетенции – ПК-11 код индикатора – ПК- 11.1);

### **Уметь:**

- 1) формулировать, прогнозировать, обосновывать задачи научных исследований с применением дифракционных методов (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.2);
- 2) выбирать методы структурного и фазового анализа для решения различных задач физического металловедения ( код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК- 11.2);

3) анализировать результаты исследований, полученных с помощью основных дифракционных спектральных и зондовых методов исследования структуры материалов ( код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК- 11.2);

**Владеть:**

1) навыками проведения структурного и фазового анализов на установках дифракционных методов ( код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК- 11.3);

2) навыками обработки данных рентгеноструктурного, электронномикроскопического, спектрального, микрорентгеноспектрального анализов ( код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК- 11.3).

#### 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
3	Э,КР	5	180	-	24	24	-	3	0,5	128,5
<b>Итого</b>	-	5	180	-	24	24	-	3	0,5	128,5
Очно-заочная форма обучения										
3	Э,КР	5	180	-	14	14	-	3	0,5	148,5
<b>Итого</b>	-	5	180	-	14	14	-	3	0,5	148,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

#### 4.2 Содержание лекционных занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
3 семестр	

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических (семинарских) занятий</b>
1	Природа рентгеновских лучей, их основные свойства, получение и регистрация. Устройство рентгеновской трубки для структурного анализа. Фотографический и ионизационный методы регистрации.
2	Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами. Основные уравнения дифракции. Уравнения Лауэ, уравнение Вульфа-Бреггов.
3	Методы рентгеноструктурного анализа. Метод поликристалла
4	Рентгеновский фазовый анализ
5	Рентгеновский анализ остаточных напряжений (макронапряжений).
6	Рентгеновский анализ структурных изменений при термической обработке стали и других сплавов
7	Анализ микронапряжений по физическому уширению дифракционных линий
8	Анализ размера кристаллитов по физическому уширению дифракционных линий
9	Просвечивающая электронная микроскопия
10	Сканирующая электронная микроскопия
11	Оже-электронная спектроскопия
12	Микрорентгеноспектральный анализ

### **Очно-заочная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических (семинарских) занятий</b>
<b>3 семестр</b>	
1	Методы рентгеноструктурного анализа. Метод поликристалла
2	Рентгеновский фазовый анализ
3	Рентгеновский анализ остаточных напряжений (макронапряжений).
4	Рентгеновский анализ структурных изменений при термической обработке стали и других сплавов
5	Анализ микронапряжений по физическому уширению дифракционных линий
6	Анализ размера кристаллитов по физическому уширению дифракционных линий

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

##### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>3 семестр</b>	
1	Рентгеновская техника
2	Контроль межплоскостных расстояний по дифрактограмме
3	Контроль межплоскостных расстояний по рентгенограмме
4	Установление типа кристаллической решетки и размеров элементарной ячейки
5	Рентгеноструктурный фазовый анализ
6	Определение макронапряжений в изделиях
7	Контроль содержания углерода в мартенситной фазе закаленной стали
8	Анализ параметров тонкой структуры вещества по уширению рентгеновских линий
9	Электронная микроскопия металлов Просвечивающий электронный микроскоп и его применение
10	Микрорентгеноспектральный анализ

##### Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>3 семестр</b>	
1	Рентгеновская техника
2	Контроль межплоскостных расстояний по дифрактограмме
3	Установление типа кристаллической решетки и размеров элементарной ячейки
4	Рентгеноструктурный фазовый анализ
5	Определение макронапряжений в изделиях
6	Контроль содержания углерода в мартенситной фазе закаленной стали

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>3 семестр</b>	
1	Самостоятельное изучение рекомендуемых разделов дисциплины
2	Подготовка к лабораторным работам

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
3	Подготовка к практическим(семинарским) занятиям
4	Выполнение курсовой работы
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

### Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>3 семестр</b>	
1	Выполнение курсовой работы
2	Подготовка к практическим (семинарским) работам
3	Подготовка к лабораторным работам
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
<b>3 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Работа на практических занятиях	10
		Выполнение лабораторной работы №1	2
		Выполнение лабораторной работы №2	2
		Выполнение лабораторной работы №3	2
		Выполнение лабораторной работы №4	2
		Выполнение лабораторной работы №5	2
		Подготовка реферата	10
	Итого		30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Работа на практических занятиях	10
		Выполнение лабораторной работы №6	2
		Выполнение лабораторной работы №7	2
		Выполнение лабораторной работы №8	2
Выполнение лабораторной работы №9		2	
Выполнение лабораторной работы №10		2	
Выполнение контрольной работы	10		
Итого		30	
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)	
	Защита курсовой работы	100	

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

## Очно-заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
<b>3 семестр</b>		
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Работа на практических(семинарских) занятиях	30
	Выполнение лабораторной работы № 1	5
	Выполнение лабораторной работы № 2	5
	Выполнение лабораторной работы № 3	5
	Выполнение лабораторной работы № 4	5
	Выполнение лабораторной работы № 5	5
	Выполнение лабораторной работы № 6	5
	Итого	60
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)
	Защита курсовой работы	100

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобальная система оценивания				
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

### 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- Для проведения практических занятий по дисциплине требуется стандартная аудитория оснащенная доской, мультимедийным проектором, ноутбуком, настенным экраном;
- Для проведения лабораторных работ требуются специализированные лаборатории, оснащенные приборами для проведения исследований с применением дифракционных методов исследования, атомно-эмиссионного спектрального анализа (приборы типа Дрон, МСА, станок шлифовальный).

### 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

## 7.1 Основная литература

1. Катаев, В. А. Методы исследования фазового состава и свойств углеродистой стали : учебно-методическое пособие / В. А. Катаев. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 84 с. — ISBN 978-5-7996-1664-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68444.html>— Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Анисович, А. Г. Рентгеноструктурный анализ в практических вопросах материаловедения / А. Г. Анисович. — Минск : Белорусская наука, 2017. — 208 с. — ISBN 978-985-08-2112-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74087.html>— Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учеб. пособие / Д. Брандон, У. Каплан; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова, О. В. Егоровой. — М. : Техносфера, 2006. — 384 с.
4. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхардт ; пер. с англ. С. Л. Баженова ; РАН, Ин-т синтетич. полимер. материалов им. Н. С. Ениколопова. — М. : Техносфера, 2007. — 376 с.
5. Физическое материаловедение : учебник для вузов : в 7 т. / НИЯУ МИФИ ; под общ. ред. Б. А. Калина. — 2-е изд., перераб. — Москва, 2012. Т. 3: Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н. В. Волков [и др.]. — 2012. — 799 с., [1] л. портр. : ил. — На обл. в надзаг.: НИЯУ МИФИ. 70 лет. 1942-2012. — Дар ОАО "ТВЭЛ" ТулГУ : 1344054-1344059. — Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 787-798.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Золотухин И.В. Новые направления физического материаловедения : Учеб. пособие / И.В. Золотухин, Ю.Е. Калинин, О.В. Стогней. — Воронеж : Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2000. — 360 с.
2. Методы испытания, контроля и исследования машиностроительных материалов. Т.1, Физические методы исследования металлов / Б. С. Бокштейн [и др.] : справ. пособие : в 3 т. / под ред. А. Т. Туманова. — М. : Машиностроение, 1971. — 554 с.
3. Горелик С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ : учеб. пособие для вузов / С.С. Горелик, Ю.А. Скаков, Л.Н. Расторгуев. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : МИСИС, 2002. — 360 с.
4. Русаков А.А. Рентгенография металлов: учебник для вузов -М.: Атомиздат, 1977. 480с.
5. Бокштейн Б.С. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна. Т.1, Методы испытаний и исследования/Б.С. Бокштейн [и др.] : справочник: в 3 т. / под ред.: А.Г. Рахштадта, Л.М. Капуткиной, С.Д. Прокошкина, А.В. Супова. — М. : Интернет Инжиниринг, 2004. — 688 с.
6. Троицкий, И.В. ТулГУ. Рентгенография и электронная микроскопия : учебное пособие для вузов / И.В. Троицкий, С.С. Гончаров; под ред. Д.М. Левина; ТулГУ. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2004. — 98 с.
7. Троицкий И.В., Гончаров С.С. Рентгенография и электронная микроскопия. Методические указания к выполнению лабораторных работ. — Тула: ТулГУ, 2004. 100с.
6. Металловедение и термическая обработка металлов: научно-технический и производственный журнал. М. - Машиностроение — ежемесячно. — ISSN 0026-0819.

8. Материаловедение: научно-технический и производственный журнал. – М.: ООО «Наука и технология». - На рус.яз. Выходит 12 раз в год. – Россия. – ежемесячно. – ISSN 1684-579 X.
9. Заводская лаборатория, Диагностика материалов. – М.: ТЕСТ-ЗЛ. - На рус.яз. Выходит 12 раз в год. – Россия. – ежемесячно. – ISSN 1028-6861.
10. Физика металлов и металловедение /РАН. – М.: Наука. - На рус.яз. Выходит 12 раз в год. – Россия. – ежемесячно. – ISSN 0015-3230.
11. Физика металлов и металловедение /РАН. – М.: Наука. - На рус.яз. Выходит 12 раз в год. – Россия. – ежемесячно. – ISSN 0015-3230.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС «Лань», доступ авторизованный
2. <https://urait.ru/> - Образовательная платформа «Юрайт», доступ авторизованный
3. <https://www.iprbookshop.ru/> - Цифровой образовательный ресурс IPR SMART, доступ авторизованный
4. <https://tsutula.bookonlime.ru/> - ЭБС ТулГУ «BookOnLime» учебные издания ТулГУ по всем дисциплинам, доступ авторизованный
5. <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12> - Политематическая база данных периодических изданий East View, доступ авторизованный
6. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» , доступ свободный
7. <https://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary.ru, доступ свободный

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Математический программный пакет Statgraphics;
5. Специальные программы для обработки данных дифракционных методов исследования;
6. Пакет офисных приложений «МойОфис».

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Internet –технологии:WWW (англ. World Wide Web –Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д ;
2. <https://www.totalmateria.com>