

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

\_\_\_\_\_ О.Н. Чайковская

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины  
**СОВРЕМЕННЫЕ СТРУКТУРНЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА**  
Направление подготовки  
03.04.02 – Физика

Магистерская программа  
«Фундаментальная и прикладная физика»

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
Очная

Томск–2016

### **1. Код и наименование дисциплины**

Современные структурные методы в физике твердого тела  
Специализация «Физика полупроводников. Микроэлектроника».

### **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Дисциплина «Современные структурные методы в физике твердого тела» относится к вариативной части блока Б1, входит в модуль по выбору "Физика полупроводников. Микроэлектроника". Данная дисциплина обеспечивает профессиональную подготовку магистров.

### **3. Год/годы и семестр/семестры обучения.**

Дисциплина изучается на первом году обучения в первом семестре.

### **4. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть).**

Данная дисциплина базируется на курсах кристаллографии, кристаллохимии, рентгеноструктурного анализа, электронной микроскопии, физического материаловедения полупроводников. Для успешного освоения дисциплины обучающимся необходимы следующие знания, умения и навыки:

- знание основ кристаллографии
- знание основ кристаллохимии
- знание основ физического материаловедения полупроводников;
- умение работать с библиографическими базами данных (Scopus, Web of Science, и т.д.);
- владение английским языком в объеме, достаточном для чтения научной литературы по специальности.

**5. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, из которых 28 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 12 часов – лабораторные занятия), 46 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

### **6. Формат обучения**

Очная

**7. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
---	---

ОПК-6, I уровень	З(ОПК-6) –I ЗНАТЬ: современные проблемы физики, основные методы и методики научно-исследовательской работы. У(ОПК-6) –I УМЕТЬ: осмысливать информацию и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы для использования в научно-исследовательской работе. В(ОПК-6) –I ВЛАДЕТЬ: навыками работы с научной и учебной литературой.
ПК-1, I уровень	(ПК-1) –I ЗНАТЬ: методы разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости. У(ПК-1) –I УМЕТЬ: анализировать альтернативные варианты стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критерии их эффективности и ограничения применимости В(ПК-1) –I навыками исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий.
ПК-2, I уровень	З(ПК-2) –I ЗНАТЬ: разделы физики, составляющие фундамент современной науки и техники, необходимые для решения научно-инновационных задач. У(ПК-2) –I УМЕТЬ: анализировать различные способы решения научно-инновационных задач. В(ПК-2) –I ВЛАДЕТЬ: разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач.
ПК-3, I уровень	З(ПК-3) –I ЗНАТЬ: методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики. У(ПК-3) –I УМЕТЬ: анализировать сильные и слабые стороны принятых решений, прогнозировать качество исследований теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области исследования. В (ПК-3) –I ВЛАДЕТЬ: навыками анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики.

## 8. Содержание дисциплины и структура учебных видов деятельности

Таблица 8.1

№	Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа		Самостоятельная работа (час.)
			Лекции	Практические занятия	
1.	Взаимодействие ускоренных частиц с твердым телом. Методы получения ускоренных частиц, управление пучками. Аналитическая аппаратура.	6	2		4
2.	Растровая электронная микроскопия.	12	2	4	6
3.	Рентгеноспектральный микроанализ.	5	1		4
4.	Оже-электронная спектроскопия.	5	1		4
5.	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.	5	1		4
6.	Вторичная ионная масс-спектроскопия.	5	1		4
7.	Спектрометрия обратного рассеяния Резерфорда	5	1		4
8.	Дифракция быстрых и медленных электронов	5	1		4
9.	Туннельная и атомно-силовая микроскопия.	12	2	4	6
10.	Электронная микроскопия, в том числе, высокого разрешения.	12	2	4	6
	Итого	72	14	12	46

## Содержание разделов дисциплины

Таблица 8.2

№	Раздел дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Взаимодействие ускоренных частиц с твердым телом. Методы получения ускоренных частиц, управление пучками. Аналитическая аппаратура.	Обзор возникающих явлений. Возможности их использования для анализа структуры и состава твердых тел.
2.	Растровая электронная микроскопия.	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ.
3.	Рентгеноспектральный микроанализ.	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ
4.	Оже-электронная спектроскопия.	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ
5.	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ
6.	Вторичная ионная масс-спектроскопия.	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ

7.	Спектрометрия обратного рассеяния Резерфорда	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ
8.	Дифракция быстрых и медленных электронов	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ
9.	Туннельная и атомно-силовая микроскопия.	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ
10.	Электронная микроскопия, в том числе, высокого разрешения.	Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация и ее анализ

**9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Самостоятельная работа студента включает:

- углубленное теоретическое изучение разделов курса при подготовке к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к обсуждению материала, в том числе самостоятельный поиск необходимых источников информации, включая научно-образовательные ресурсы сети Интернет;
- подготовку к зачету.

**10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств**

**Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина**

- ОПК-6 (I уровень): Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.
- ПК-1 (I уровень): Способность свободно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.
- ПК-2 (I уровень): Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
- ПК-3 (I уровень): Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технической деятельности.

## Карты компетенций

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ОПК-6 (I уровень): Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Общепрофессиональная** компетенция выпускника программы магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

- **ЗНАТЬ:** специфику научного знания, современные проблемы физики, приемы самообразования.
- **УМЕТЬ:** приобретать систематические знания в выбранной области физики, анализировать возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных парадигм, осмысливать и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы.
- **ВЛАДЕТЬ:** навыками научного анализа и методологией научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК-6-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> современные проблемы физики, основные методы и методики научно-исследовательской работы.</p> <p>Шифр: З (ОПК-6) -1</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Неполные знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных проблемы физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Сформированные и систематические знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы
<p><b>УМЕТЬ:</b> осмысливать информацию и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы для использования в научно-исследовательской работе</p> <p>Шифр: У (ОПК-6) -1</p>	Отсутствие умений	Фрагментарное следование основным принципам выбора методов ведения научно-исследовательской работы	В целом успешное, но не систематическое следование основным принципам выбора методов ведения научно-исследовательской работы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать эффективные методы ведения научно-исследовательской работы	Успешное и систематическое следование принципам выбора эффективных методов ведения научно-исследовательской работы
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками работы с научной и учебной литературой</p> <p>Шифр: В (ОПК-6) -1</p>	Не владеет	Фрагментарное владение понятийным аппаратом, не владеет навыками научного анализа при работе с научной и учебной литературой	В целом успешное, но не систематическое применение навыков научного анализа при работе с научной и учебной литературой, нуждается в помощи преподавателя или научного руководителя	Владеет навыками приобретения умений и знаний при работе с научной и учебной литературой	Свободно владеет понятийным аппаратом и навыками научного анализа научной и учебной литературой

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-1(1 уровень): Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их**

**с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.**

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Профессиональная** компетенция выпускника программы магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

- **ЗНАТЬ:** основные стратегии исследований в выбранной области физики.
- **УМЕТЬ:** выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики.
- **ВЛАДЕТЬ:** методами разработки стратегий исследований в выбранной области физики навыками исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

<b>Планируемые результаты обучения</b> (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> методы разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости  Шифр: З (ПК-1) -1	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критериев эффективности, ограничений применимости	Общие, но не структурированные знания методов разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критериев эффективности, ограничений применимости	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критериев эффективности, ограничений применимости	Сформированные систематические знания методов разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критериев эффективности, ограничений применимости
<b>УМЕТЬ:</b> анализировать альтернативные варианты стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критерии их эффективности и ограничения применимости  Шифр: У (ПК-1)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критерии их эффективности и ограничения применимости	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критериев их эффективности и ограничения применимости	В целом успешный, но содержащий отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критериев их эффективности и ограничения применимости	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критерии их эффективности и ограничения применимости

<p>ВЛАДЕТЬ:  навыками исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p> <p>Шифр: В (ПК-1) -1</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение навыков исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p>
--	---------------------------	---	---	---	--

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-2 (I уровень): Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Профессиональная** компетенция выпускника программы магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры должен:

- **ЗНАТЬ:** разделы физики, составляющими фундамент современной науки и техники, необходимые для решения научно-инновационных задач.
- **УМЕТЬ:** анализировать различные способы решения научно-инновационных задач.
- **ВЛАДЕТЬ:** разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-2-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

<b>Планируемые результаты обучения</b> (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> разделы физики, составляющие фундамент современной науки и техники, необходимые для решения научно-инновационных задач  Шифр 3 (ПК-2)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о разделах физики, составляющих фундамент современной науки и техники	Неполные представления о разделах физики, составляющих фундамент современной науки и техники.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о разделах физики, составляющих фундамент современной науки и техники	Сформированные систематические представления о разделах физики, составляющими фундамент современной науки и техники
<b>УМЕТЬ:</b> анализировать различные способы решения научно-инновационных задач  Шифр: У (ПК-2)-1	Отсутствие умений	Фрагментарное умение анализировать различные способы решения научно-инновационных задач	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать различные способы решения научно-инновационных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать различные способы решения научно-инновационных задач	Сформированное умение анализировать различные способы решения научно-инновационных задач
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач  Шифр: В (ПК-2) -1	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач	В целом успешное, но не систематическое владение разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач	Успешное и систематическое использование разделов физики, необходимых для решения научно-инновационных задач

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-3 (I уровень): Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технической деятельности.**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Профессиональная** компетенция выпускника программы магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

- **ЗНАТЬ:** методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики.
- **УМЕТЬ:** анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.
- **ВЛАДЕТЬ:** навыками анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-3-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики</p> <p>Шифр: 3 (ПК-3) -1</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов и методических подходов анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	Недостаточные знания методов и методических подходов анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов и методических подходов анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	Сформированные и систематические знания особенностей методов и методических подходов анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики
<p><b>УМЕТЬ:</b> анализировать сильные и слабые стороны принятых решений, прогнозировать качество исследований теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области исследования</p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования	Успешное и систематическое умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной

Шифр: У (ПК-3) -1		экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	деятельности в выбранной области физики
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>навыками анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики</p> <p>Шифр: В (ПК-3) -1</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	Успешное и систематическое применение навыков анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики

**Критерии оценивания компетенций** для дисциплины «Современные структурные методы в физике твердого тела» основывается на бальной системе.

**Шкала оценки знаний.** Максимальная сумма баллов по дисциплине составляет 100 баллов, из них - 50 баллов по результатам промежуточной аттестации и 50 баллов по результатам итоговой аттестации (зачет). Для получения зачета по дисциплине студент должен набрать не менее 70 баллов. Промежуточная аттестация предполагает оценку результатов выполнения лабораторных работ (50 баллов).

#### **Темы лабораторных работ**

1. Просвечивающая электронная микроскопия: аппаратура.
2. Растровая электронная микроскопия: аппаратура.
3. Атомно-силовая микроскопия: аппаратура.

#### **Перечень вопросов, выносимых на устный зачет**

1. Классификация физических процессов, протекающих в твердых телах при взаимодействии с высокоэнергетическими частицами
2. Основные типы детекторов в методах исследования структуры и состава твердых тел
3. Методы получения ускоренных частиц,
4. Основные подходы к управлению потоками заряженных частиц.
5. Физические основы растровой электронной микроскопии
6. Физические основы рентгеноспектрального микроанализа
7. Физические основы Оже-электронной спектроскопии
8. Физические основы рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии
9. Физические основы вторичной ионной масс-спектрометрии
10. Физические основы электронографии
11. Физические основы спектрометрии обратного рассеяния Резерфорда
12. Физические основы туннельной и атомно-силовой микроскопии
13. Физические основы электронной микроскопии высокого разрешения
14. Техническая реализация перечисленных методов (по выбору преподавателя)
15. Интерпретация экспериментальных данных, получаемых с применением перечисленных методов (по выбору преподавателя)

#### **11. Ресурсное обеспечение**

Перечень основной и дополнительной учебной литературы.

##### **Основная литература**

1. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. В 2-х книгах. // пер. с англ. под ред. В.И. Петрова. – М.: Мир, 1984.
2. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
3. Методы анализа поверхностей. /Под ред. А. Зандерны. - М.: Мир, 1979. - 562 с.
4. Основы аналитической электронной микроскопии. / под ред. Дж. Грена. Дж. И. Гольштейна, Д.К. Джоя, А.Д. Ромига. – М.: Металлургия, 1990. – 584 с.
5. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. – Москва: Техносфера, 2004. – 144 с.
6. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике. – Москва: Техносфера, 2005. – 152 с.

##### **Дополнительная литература**

1. Электронно-зондовый анализ. /Под ред. И.Б. Боровского. - М.: Мир, 1974. - 260 с.

2. Практические методы в электронной микроскопии. /Под ред. О.М. Глоэра. - Л.: Машиностроение, 1980. - 375 с.
3. Дифракционные и микроскопические методы в материаловедении. // под ред С. Амелинка, Р. Гевенса, Дж. Ван Ланде / пер. с англ. под ред. М.П. Усикова. М.: Металлургия, 1984. – 504 с.
4. Анализ поверхности методами ОЖЕ и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. /Под ред. Д. Бигса, М.П. Сиха. - М.: Мир, 1967. - 600 с.
5. Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности. - М.: Мир. - 1989. - 568 с.
6. Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. - М.: Мир - 1989. - 342 с.
7. Наноструктуры в электронике и фотонике /под ред.Ф. Рахмана. – Москва: Техносфера, 2010. – 343 с.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет:**

1. Электронный каталог НБ ТГУ (<http://chamo.lib.tsu.ru>)
2. Библиографическая база данных SCOPUS (<http://www.scopus.com/>)
3. Библиографическая база данных ISI Web of Knowledge (<http://www.isiknowledge.com/>)
4. Поисковая система Google Scholar (<https://scholar.google.ru/>)
5. Электронные версии специализированных научных журналов

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

1. Мультимедиа презентации с использованием пакетов MS Office и OpenOffice.
2. Специализированное программное обеспечение для автоматизации эксперимента и анализа полученных данных
3. Библиографические базы данных SCOPUS и ISI Web of Science.
4. Электронный каталог НБ ТГУ
5. Поисковая система Google Scholar

**Описание материально-технической базы**

Мультимедийное оборудование физического факультета ТГУ, компьютерный класс с доступом в интернет, специализированное лабораторное оборудование кафедры физики полупроводников ТГУ и Центров коллективного пользования ТГУ.

**12. Язык преподавания**

Русский

**13. Преподаватель (преподаватели)**

Автор: дфмн, ст. научн. сотр. Ивонин Иван Варфоломеевич

Рецензент: \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии физического факультета \_\_\_\_\_ 2016 года, протокол № \_\_\_\_\_.