

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

\_\_\_\_\_ С.Н. Филимонов

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Введение в континуальную теорию дефектов**

Направление подготовки  
03.04.02 – Физика

Магистерская программа  
«Фундаментальная и прикладная физика»

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
Очная

Томск–2017

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

Код дисциплины Б1.В.ДВ.01.06.12 «Введение в континуальную теорию дефектов»  
Специализация «Физика конденсированного состояния вещества».

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

Дисциплина «Введение в континуальную теорию дефектов» относится к вариативной части блока Б1, входит в модуль по выбору "Физика конденсированного состояния вещества". Данная дисциплина обеспечивает профессиональную подготовку магистров.

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

Дисциплина изучается на втором году обучения в третьем семестре.

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

Для изучения и понимания материала данной дисциплины обучающийся должен владеть основными представлениями и понятиями из курсов: Кристаллография, Физика твердого тела, Дефекты в твердых телах, Теория дислокаций.

**5. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, из которых 24 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (12 часов – занятия лекционного типа, 12 часов – практические занятия семинарского типа и лабораторные работы), 48 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

### **6. Форма 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	Введение.	6	2	0	4
2	Основы тензорного исчисления.	6	2	0	4
3	Элементы континуальной теории дефектов.	54	6	12	36

4	Дисклинационные механизмы фрагментации и переориентации	3	1	0	2
5	Элементы калибровочной теории	3	1	0	2
	Итого	72	12	12	48

### Содержание разделов дисциплины

Таблица 8.2

№	Раздел дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение.	Этапы развития представлений о пластической деформации. Многостадийность деформации и разрушения. Масштабные уровни процессов разрушения и пластической деформации. Коллективные дислокационные эффекты. Ротационная пластическая деформация.
2	Основы тензорного исчисления.	Определение тензора. Примеры тензоров. Матричное представление тензора. Операции над тензорными величинами. Симметрия тензоров. Изотропные тензора. Дуальный вектор. Дифференциальные операторы тензорного анализа. Линейный интеграл векторного поля. Поток векторного поля. Интегральное представление дифференциальных операторов.
3	Элементы континуальной теории дефектов	Поле дисторсий. Тензор деформации. Тензор изгиба-кручения. Условия совместности деформации. Дислокации как дефекты континуальной среды. Задача о равновесии тела с пластической деформацией в анизотропном теле. Непрерывное распределение дефектов. Кривизна кристаллической решетки. Градиенты кривизны кристаллической решетки. Дислокационно-дисклинационный механизм переориентации кристаллической решетки. Прямолинейные дисклинации. Поля напряжений прямолинейных дисклинации. Нанополосы переориентации. Дипольная и квадрупольная дисклинационные конфигурации. Поля напряжений нанодиполя частичных клиновых дисклинаций. Поля напряжений квадрупольной и мультипольной конфигураций частичных клиновых дисклинаций. Распределение удельной упругой энергии дисклинационных конфигураций. Энергии дисклинационных конфигураций. Многосвязное тело. Дислокационные и дисклинационные петли. Изолированный дефект. Непрерывные распределения бесконечно малых петель дефектов.
4	Дисклинационные механизмы фрагментации и переориентации	Развитие полос переориентации в кристаллах. Дисклинационные модели границ зерен. Дисклинационные механизмы упрочнения. Дисклинационные механизмы разрушения. Дисклинации в композитных и полимерных материалах. Квазивязкий механизм переориентации потоками неравновесных точечных дефектов в полях высоких локальных градиентов напряжений.

5	Элементы калибровочной теории	Классическое описание деформации сплошной среды. Группа внутренних симметрий. Локализация группы внутренних симметрий. Калибровочные поля. Трансляционная пластичность.
---	-------------------------------	---

**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, включающий:**

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

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина, и их карты: см. ФОС к дисциплине.
- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций: см. ФОС к дисциплине.
- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения: см. ФОС к дисциплине.
- Промежуточная аттестация подразумевает проведение зачета в устной форме, который предусматривает дифференцированное оценивание ответа. Билет включает 2 вопроса.

**11. Ресурсное обеспечение**

Перечень основной и дополнительной учебной литературы.

**Основная литература**

1. Владимиров В.И., Романов А.Е. Дисклинации в кристаллах. – Л.: Наука, 1986. – 224 с.
2. Де Вит Р. Континуальная теория дисклинаций. – М.: Мир, 1977. – 208 с.
3. Эшелби Дж. Континуальная теория дислокаций. – М.: ИЛ, 1963. – 248 с.
4. Лихачев В.А. Волков А.Е. Шудегов В.Е. Континуальная теория дефектов. – Ленинград: Изд. Ленинградского университета, 1986. – 232 с.
5. Владимиров В.И. Физическая природа разрушения металлов. – М.: Металлургия, 1984. – 280 с.
6. Малышев А.И., Максимова Г.М., Основы векторного и тензорного анализа для физиков. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 101 с.

**Дополнительная литература**

1. Кренер Э. Общая континуальная теория дислокаций и собственных напряжений. – М.: Мир, 1965. – 104 с.
2. Лихачев В.А., Хайров Р.Ю. Введение в теорию дисклинаций. – Л.: Изд-во Ленингр. Ун-

- та, 1975. – 183 с.
3. Панин В.Е., Лихачев В.А., Гриняев Ю.В. Структурные уровни деформации твердых тел. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. – 229 с.
  4. Димитриенко Ю.И., Тензорное исчисление. Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 2001. – 575 с.
  5. Схоутен Я.А., Тензорный анализ для физиков. – М.: Наука, 1965. – 455 с.
  6. Коренев Г.В., Тензорное исчисление. Учеб. пособие для вузов. – М.: Издательство МФТИ, 2000. – 240 с.
  7. Кочин Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления. 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1965. – 427 с.
  8. Победря Б.Е., Лекции по тензорному анализу. Учеб. пособие. – 3-е изд. – М.: МГУ, 1986. – 264 с.
  9. Борисенко А.И., Тарапов И.Е., Векторный анализ и начала тензорного исчисления. – Харьков: Изд. Харьковского гос. Университета, 1959. – 238 с.

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

1. Эшелби Дж. Континуальная теория дислокаций – Электрон. дан. – <https://www.twirpx.com/file/2470985/>
2. Халл Д. Введение в дислокации – Электрон. дан. – <http://www.twirpx.com/file/1148830/>
3. Коттрелл А.Х. Дислокации и пластическое течение в кристаллах – Электрон. дан. – <http://www.twirpx.com/file/1061828/>

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

Обучение по дисциплине ведется как с применением традиционных методов, так и с использованием инновационных подходов: активное участие магистрантов в научных семинарах, представление докладов на научные конференции, подготовка научных статей, подготовка презентаций по литературе и по теме диссертации, освоение новых средств автоматизации и компьютеризации выполняемых научных исследований.

Виды самостоятельной работы: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

#### **Описание материально-технической базы**

Все виды материально-информационной базы Научной библиотеки ТГУ. Мультимедийное оборудование физического факультета ТГУ. Сеть Интернет. Программное обеспечение курсов, предшествующих изучению представленной дисциплины.

Аудитории, оснащенные компьютером с проектором, обычной и интерактивной досками – для проведения семинаров и лекционных занятий. Для выполнения практических занятий имеется компьютерный класс с соответствующим оборудованием.

#### **12. Язык преподавания**

Русский

#### **13. Преподаватель (преподаватели)**

Авторы: доцент И.А. Дитенберг, аспирант И.И. Суханов

Преподаватель: доцент И.А. Дитенберг

Рецензент: профессор А.Н. Тюменцев

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии физического факультета 19.06.2017 года, протокол № 467.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФФ

\_\_\_\_\_ С.Н. Филимонов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
НАНОФАЗНЫЕ И АМОРФНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Направление подготовки

**03.04.02 – Физика**

Профиль подготовки

**Физика металлов**

Квалификация выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

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

В результате освоения дисциплины «Введение в континуальную теорию дефектов» у обучающегося формируются следующие компетенции:

- 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(I 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**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> разделы физики, составляющие фундамент современной науки и техники, необходимые для решения научно-инновационных задач</p> <p>Шифр 3 (ПК-2)-1</p>	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
<p><b>УМЕТЬ:</b> анализировать различные способы решения научно-инновационных задач</p> <p>Шифр: У (ПК-2)-1</p>	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
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p> <p>Шифр: В (ПК-2) -1</p>	Отсутствия 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 КОМПЕТЕНЦИЙ (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 align="center">Шифр: З (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> <p align="center">Шифр: У (ПК-3) -1</p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области исследования	Успешное и систематическое умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области исследования

		профессиональной деятельности в выбранной области физики	исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	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

## 2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

В курсе «Введение в континуальную теорию дефектров» используется балльно-рейтинговая система оценки знаний. Максимальная сумма баллов по дисциплине составляет 100 баллов и формируется следующим образом: 30 баллов по результатам текущей аттестации и 70 баллов по результатам промежуточной аттестации (зачет). Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов, полученной по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации (зачет).

Текущая аттестация включает:

- активность студента на семинарах: 2 семинаров по (0-15 баллов) за каждый, итого 0-30 баллов;

Промежуточная аттестация проводится в форме устного зачета, который предусматривает дифференцированное оценивание ответа (0-70 баллов). Каждый билет состоит из двух теоретических вопросов, относящихся к различным разделам дисциплины. К зачету допускаются только студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию, набравшие не менее 20 баллов.

### Критерии формирования оценки на промежуточной аттестации (экзамен)

Количество баллов	Результат, продемонстрированный студентом на экзамене
50-65	Выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, способному самостоятельно принимать и обосновывать решения, оценивать их эффективность.
35-49	Выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, но допускающему не критичные неточности в ответе
16-34	Выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирующему базовые понятия.
0-15	Выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины

Соответствие рейтинговой оценки по столбальной шкале пятибалльной шкале:

0-50 балла – «не зачет»;

51-70 баллов – «зачет»;

71-80 баллов – «зачет»;

81-100 баллов – «зачет».

### Распределение текущего контроля по семестру.

Семестр	Форма контроля	Срок отчетности	Максимальное количество баллов
1	Семинар	5 неделя, 10 неделя	30
	Зачет		70
	Суммарный рейтинг за семестр		100

### Темы практических занятий

Практическое занятие № 1. Лабораторная работа. «Анализ полей напряжений (и их градиента) для диполя клиновых дисклинаций с вариацией значений вектора Франка  $\omega$  и плеча диполя  $l$ ».

Практическое занятие № 2 - 4. Лабораторная работа. «Выполнение персонального задания»

Практическое занятие № 5. Семинар. «Поля напряжений и упругая энергия различных дисклинационных конфигураций».

Практическое занятие № 6. Семинар. «Применение континуальной теории дефектов».

### Примеры тем персональных заданий:

1. Анализ полей напряжений (и их градиента) квадрупольных клиновых дисклинаций для различных  $\omega$ ,  $l$ ,  $m$ .

2. Анализ полей напряжений (и их градиента) мультиполюльных клиновых дисклинаций для различных  $\omega$ ,  $l$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ .

3. Анализ полей напряжений (и их градиента) краевой дислокации с вектором Бюргерса  $b=\omega l$  (сравнение полей напряжений с диполем клиновых дисклинаций).

4. Анализ полей напряжений (и их градиента) системы  $N$  диполей расположенных симметрично относительно общего аксиального вектора.

5. Анализ полей напряжений (и их градиента) границы с переменным вектором переориентации.

### Перечень вопросов для проведения зачета

1. Масштабные уровни процессов разрушения и пластической деформации.
2. Поле дисторсий. Тензор малых деформаций и малых поворотов.
3. Тензор изгиба кручения.
4. Условия совместности деформации.
5. Дислокации Вольттера.
6. Тензор плотности дислокаций и его свойства. Условия неразрывности.
7. Тензор плотности дисклинаций и его свойства. Условия неразрывности.
8. Задача о равновесии тела с пластической деформацией в анизотропном теле. Метод Эшелби.
9. Непрерывное распределение дефектов. Упругая деформация и упругий изгиб - кручения как параметры деформированного состояния.
10. Анализ упруго - напряженного состояния клиновой дисклинации.
11. Анализ упруго - напряженного состояния дисклинационных конфигураций. Дислокационные эквиваленты таких конфигураций.
12. Дислокации и дисклинации как изолированные дефекты.
13. Дислокационные и дисклинационные петли. Связь с тензором плотности дислокаций.
14. Коллективные дислокационно - дисклинационные механизмы переориентации кристаллической решетки.
15. Дисклинационные модели границ зерен. Граница с непрерывным вектором разориентации. Оборванные границы.