

Федеральное агентство научных организаций

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК

(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе  
ФТИ им. А.Ф. Иоффе  
д.ф.-м.н. Лебедев С.В.

"23" 06 2015 г.

**Фонд оценочных средств дисциплины**  
**ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ**  
направление подготовки 03.06.01. Физика и астрономия  
направленность 01.04.10. Физика полупроводников

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения очная

Санкт-Петербург

2015 г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Разделы фонда оценочных средств

1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения дисциплины.
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
3. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации.

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлениям подготовки 03.06.01. Физика и астрономия, направленность 01.04.10. Физика полупроводников

Программа разработана:

Группой подготовки научных кадров  
Проф., д.ф.-м.н. А.П. Шергин



### 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, КОТОРЫМИ ДОЛЖНЫ ОВЛАДЕТЬ ОБУЧАЮЩИЕСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ООП ВО

Результатом изучения дисциплины Фазовые переходы и фазовые состояния в твердых телах является освоение выпускником следующих компетенций: УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

### 2. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Для оценки результатов освоения программы дисциплины Фазовые переходы и фазовые состояния в твердых телах выделены следующие компетенции:

№	Код компетенции	Показатели	Элемент оценочного средства	Уровни сформированности компетенций			
				Не сформирована (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
<b>Универсальные компетенции</b>							
1.	УК-1-Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>Знать:</i> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач <i>Уметь:</i> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче

	арных областях	и практических задач <i>Владеть:</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях					
--	----------------	---	--	--	--	--	--

### Общепрофессиональные компетенции

2.	ОПК-1 – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационных технологий	<i>Знать:</i> методики анализа современных проблем в области физики и астрономии, способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач <i>Уметь:</i> критически анализировать проблемы в области физики и астрономии, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче
----	--	--	-------	--	--	---	---

### Профессиональные компетенции

3.	ПК-1- способность планировать, организовывать работу по проектам, направленным на разработку новых физических принципов	<i>Знать:</i> физику полупроводников и полупроводниковых приборов, а также методы диагностики параметров полупроводниковых материалов и структур на их основе <i>Владеть:</i> методами анализа	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием.	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях.
----	---	---	-------	--	---	---	---

	<p>работы и создание приборов на базе полупроводниковых материалов и композиционных полупроводниковых структур, разработку методов исследования полупроводников и композитных полупроводниковых структур</p>	<p>работы полупроводниковых приборов на основе системы уравнений описывающих движение носителей заряда, также методами диагностики полупроводниковых материалов, композиционных полупроводниковых структур и приборов на их основе стволовых клеток</p>			<p>систематическое и требуют дальнейшего развития</p>	<p>Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить</p>	<p>Творческий подход к поставленной задаче</p>
4	<p>ПК-2- способность осуществлять моделирование свойств и физических явлений в полупроводниках и структурах, технологических процессов и полупроводниковых приборов</p>	<p><i>Знать:</i> основы квантовой механики, физики твердого тела, физики полупроводников и полупроводниковых приборов, основные особенности электронной энергетической структуры, связанный с ее зонным характером, основы динамики электронов в полупроводниках во внешних электрическом и магнитном полях, методы решения уравнений математической физики, аппарат решения одночастичных и многочастичных задач, в твердых телах, основы тензорного и векторного анализа.</p> <p><i>Уметь:</i> моделировать свойства и физические явления в полупроводниках структурах и приборах на их основе, решать уравнения Шредингера, Паули и Дирака,</p>	<p>Зачет</p>	<p>Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии</p>	<p>Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития</p>	<p>Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить</p>	<p>Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче</p>

		<p>анализировать физическую картину полученных результатов</p> <p><i>Владеть:</i> методами квантовой механики, квантовой теории твердого тела, основами электродинамики сплошных сред для описания движения носителей заряда в полупроводниках структурах и приборах на их основе, навыками использования различных пакетов математического моделирования физических систем</p>					
5.	<p>ПК-3</p> <p>способность применять технологические методы получения полупроводниковых материалов, композитных структур, структур пониженной размерности и интегральных устройств на их основе</p>	<p><i>Знать:</i> основные технологические методы получения полупроводниковых материалов, композитных структур, структур пониженной размерности и полупроводниковых приборов на их основе</p> <p><i>Уметь:</i> разрабатывать технологические процессы для выращивания полупроводниковых материалов и приборов на их основе, объяснять физические процессы, происходящие в системах пониженной размерности, применять изученные модели и подходы для описания принципов работы полупроводниковых приборов</p> <p><i>Владеть:</i> методами</p>	Зачет	<p>Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии</p>	<p>Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития</p>	<p>Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить</p>	<p>Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче</p>

		<p>решения одночастичных уравнений Шредингера для наноструктур различных размерностей, владеть методами численной оценки для различных физических параметров полупроводниковых структур пониженной размерности</p>					
6	<p>ПК-4 - способность получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования, выбирать и обосновывать методики и средства решения поставленных задач</p>	<p><i>Знать:</i> основные достижения, проблемы и тенденции развития отечественной и зарубежной науки технологии в области полупроводниковых материалов и приборов на их основе</p> <p><i>Уметь:</i> критически анализировать и оценивать современные научные достижения в области физики полупроводников и полупроводниковых приборов</p> <p><i>Владеть:</i> методами приемами работы в основных службах сети Интернет, основными программными продуктами информационных технологий: текстовыми, графическими и табличными процессорами, базами данных Web of Science, Scopus и РИНЦ, способностью к критическому анализу, оценке современных научных достижений и</p>	Зачет	<p>Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии</p>	<p>Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития</p>	<p>Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить</p>	<p>Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче</p>

		генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях					
--	--	---	--	--	--	--	--

### 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в виде зачета.

#### 3.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Текущий контроль проходит в виде консультаций с преподавателем, промежуточная аттестация - зачета.

Контрольные вопросы:

1. Фазы вещества. Фазовые переходы первого (I) и второго (II) рода. Фазовые переходы типа порядок-беспорядок и типа смещения. Дисторсионные и реконструктивные фазовые переходы. Спонтанные и индуцированные фазовые переходы. Примеры фазовых переходов. Параметр порядка.
2. Функция распределения состояний квазизамкнутой подсистемы. Микроканоническое распределение в классической и квантовой статистике.
3. Определение группы симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии. Неприводимые представления групп симметрии.
4. Основные положения теории Ландау фазовых переходов II рода. Определение параметра порядка. Разложение термодинамического потенциала по степеням параметра порядка.
5. Фазовые переходы II рода, описываемые однокомпонентным параметром порядка. Скачек теплоемкости. Температурная зависимость параметра порядка при фазовых переходах II рода.
6. Влияние внешнего поля на фазовый переход II рода в рамках теории Ландау. Сильное и слабое поле. Восприимчивость.
7. Учет флуктуаций параметра порядка в теории Ландау. Область применимости теории Ландау для фазовых переходов II рода.
8. Критические явления. Основы теории подобия. Критические индексы.
9. Сегнетоэлектрические фазовые переходы из centrosymmetric группы.
10. Фазовые переходы с возникновением спонтанной поляризации в кристалле кубического класса.
11. Аномалии тепловых и электрических свойств при собственных сегнетоэлектрических фазовых переходах (однокомпонентный параметр порядка), влияние электрического поля.
12. Фазовые переходы I рода, близкие к переходам II рода.
13. Виртуальные сегнетоэлектрики. Индуцированная примесями сегнетоэлектрическая фаза в квантовых параэлектриках.
14. Деформационная инженерия сегнетоэлектрических тонких пленок.
15. Фазовые переходы в ферромагнетиках. Приближение молекулярного поля. Теория Ландау.
16. Фазовые переходы в антиферромагнетиках. Приближение молекулярного поля.
17. Фазовые переходы в антиферромагнетиках. Теория Ландау.

18. Индуцированные магнитным полем ориентационные магнитные фазовые переходы.
19. Определение и классификация ферроиков. Мультиферроики. Сосуществование сегнетоэлектричества и магнетизма в однофазных кристаллах.
20. Термодинамика мультиферроиков. Практические применения магнитоэлектрических мультиферроиков
21. Сверхпроводимость. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона, Мейсснера. Магнитные свойства сверхпроводников первого и второго рода.
22. Теория Гинзбурга – Ландау для сверхпроводников: плотность свободной энергии; уравнение Гинзбурга – Ландау.
23. Основные положения БКШ для сверхпроводящих металлов.
24. Высокотемпературная сверхпроводимость.
25. Фазовый переход металл – полупроводник, как пример мартенситного фазового превращения.
26. Оптические явления, сопровождающие фазовый переход металл – полупроводник.

### **3.2. Критерии выставления оценок зачета**

По результатам ответа на контрольные вопросы аспирантам выставаются оценки. Результаты зачета определяются оценками «зачет» и «незачет».

- для оценки «зачет» необходимо набрать от 4 до 5 баллов - знания продвинутого или базового уровня, т.е. наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объёме пройденного программного материала, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительных источников информации; наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четкое изложение материала;

- для оценки «незачет» набраны от 0 до 3 баллов - отсутствие знаний или знания порогового уровня, т.е. нет твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов; наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.