



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

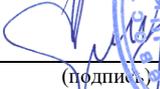
«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_ Крайнова Г. С.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Физики низкоразмерных структур

  
\_\_\_\_\_ Саранин А. А.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

« 19 » сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Фазовые переходы**  
**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 8  
лекции 22 час.  
практические занятия 44 час.  
семинарские занятия \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. 9 / пр. 20 / лаб. \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 66 час.  
в том числе с использованием МАО 20 час.  
самостоятельная работа 78 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 54 час.  
контрольные работы (количество) \_\_\_\_\_  
курсовая работа / курсовой проект Нет  
зачет нет  
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ Физики низкоразмерных структур  
протокол № 1 от « 19 » сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., профессор Саранин А.А.

Составитель (ли): \_\_\_\_\_ к. ф.-м. н., доцент Полянский Д.А.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий (ая) кафедрой \_\_\_\_\_ Саранин А.А.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий (ая) кафедрой \_\_\_\_\_ Саранин А.А.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's in 11.03.04 Electronics and nanoelectronics**

**Course title:** Phase transitions

**Variable part of Block 1, 4 credits**

**Instructor:** Polyanskiy D.A.

### **Learning outcomes:**

PC-3: willing to analyze and systematize the results of research, to present materials in the form of scientific reports, publications, presentations.

PC-9: Ability to perform work on the technological preparation of the production of materials and electronic products

**Course description:** Study of the physical nature of phase transitions, its sources, mechanisms and the results of its effect on the properties of materials, the basis for its use in electronics and nanoelectronics. Theoretical and practical training of specialists in working with materials that use electromagnetic radiation.

### **Main course literature:**

1 Gusev A. I. Nanomaterials, nanostructures, nanotechnology [Electronic resource]: textbook/ Gusev A. I.— Electron. text data.— M.: FIZMATLIT, 2009.— 416 p.

<http://www.iprbookshop.ru/12979>

2. Nevolin V. K. Probe nanotechnologies in electronics [Electronic resource]/ Nevolin V. K.— Electron. text data.— Moscow: Technosphere, 2014.— 174 p.

<http://www.iprbookshop.ru/26894>

3. Educational-methodical complex on the network educational program "Physics of nanostructures and nanoelectronics" [Electronic resource]/ N. So. Anisimova [and others].— Electron. text data.— SPb.: Russian state pedagogical University. A. I. Herzen, 2013.— 155 p.

<http://www.iprbookshop.ru/21426>

4. Matyushkin I. V. Modeling and visualization by means of MATLAB physics of nanostructures [Electronic resource]: textbook/ Matyushkin I. V.— Electron. text data.— Moscow: Technosphere, 2011.— 168 p.

<http://www.iprbookshop.ru/13280>

5 Orlova M. N. Nanoelectronics [Electronic resource]: lecture course/ Orlova M. N., Borzykh I. V.— Electron. text data. — M.: Publishing House Misa, 2013. — 50 p.

<http://www.iprbookshop.ru/56246.html>

**Form of final control:** *exam*

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа "Фазовые переходы" разработана для студентов 4 курса бакалавриата направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Дисциплина «Фазовые переходы» входит в вариативную часть, дисциплины по выбору профессионального цикла с кодом Б1.В.ДВ.11.01.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа: 22 часа лекции, 44 часа практических занятий, самостоятельная работа 78 часов, в том числе 54 часа на подготовку к экзамену. Дисциплина реализуется на 4 курсе, в 8 семестре.

**Цель дисциплины:** раскрыть природу фазовых превращений, дать представление о движущих механизмах и условиях данных превращений, влиянии их на структуру и свойства материалов наноэлектроники.

### Задачи дисциплины:

- дать представление студентам об основах теории фазовых переходов;
- сформировать представление о влиянии фазовых превращений на структуру и свойства материалов, применяющихся в электронике и наноэлектронике;
- дать представление о бинадальных и спинодальных механизмах фазовых превращений;
- обучить методам получения стабильных фаз с нужными технологическими параметрами;

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3, готовность анализировать и систематизировать результаты исследований,	Знает	Физические основы фазовых превращений
	Умеет	Проводить теоретические расчеты, анализировать экспериментальные результаты, представлять полученные данные в виде отчетов и статей

представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Владеет	Навыками анализа полученных результатов, соотнесения экспериментальных данных с теоретическими расчетами
ПК-9, способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	Знает	Современное состояние науки, связанной получением и изучением новых наноструктурированных конденсированных сред путём контролируемых фазовых превращений
	Умеет	Управлять технологическими процессами, проводить всесторонние исследования
	Владеет	Навыками теоретической и экспериментальной работы, позволяющими получать конденсированные среды с нужными параметрами и формировать консолидированные наноматериалы путём контролируемого фазового превращения

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА - лекции (22 ч.)

### Тема 1. Основы теории фазовых переходов. (8 ч.)

Понятие фазы и фазовых переходов, их классификация. Кривые Ван-дер-Ваальса, понятие о бинадали и спинодали, стабильных, метастабильных и нестабильных состояниях. Термодинамические потенциалы и производные от них.

### Тема 2. Фазовые переходы 1 и 2 рода (6 ч.)

Классификация фазовых переходов. Теория Ландау. Параметр порядка.

### Тема 3. Фазовые превращения и нанотехнологии. (8 ч.)

Применение контролируемых фазовых превращений в создании наноструктурных материалов. Получение и контролируемая кристаллизация аморфных металлических сплавов, спинодальный распад, эвтектические ультрадисперсные сплавы.

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Практические работы (44 час.)

**Лабораторная работа №1** Расчёт энергии образования твёрдого и устойчивости твёрдого раствора - 6 час.

**Практическая работа № 2** Расчет скорости зародышеобразования и критического размера зародыша – 4 час.

**Практическая работа № 3** Построение кривых охлаждения и определение всех фазовых переходов в двухкомпонентных сплавах заданного состава – 8 час.

**Практическая работа № 4** Изучение характеристик сплава до и после распада – 10 час.

**Практическая работа № 5** Получение АМС заданного состава – 4 час.

**Практическая работа № 6** Изучение структуры и свойств полученного АМС – 6 час.

**Практическая работа № 7** Проведение контролируемой кристаллизации полученного АМС для создания консолидированного наноматериала и исследование его структуры и свойств - 6 час.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Фазовые переходы» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1	ПК-3	знает Физические основы фазовых превращений.	Написание контрольной работы	Вопросы 1-18
			умеет: Проводить теоретические расчеты, анализировать экспериментальные результаты, представлять полученные данные в виде отчетов и статей.	Оценка практической работы в течении семестра	Выполнение практических работ 1-3
			владеет: Навыками анализа полученных результатов, соотнесения экспериментальных данных с теоретическим и расчетами.	Оценка практической работы в течении семестра	Составление отчетов по практическим работам 1-3

2	Тема 2 Тема 3	ПК-9	<p><b>знает:</b> Современное состояние науки, связанной получением и изучением новых наноструктурированных конденсированных сред путём контролируемых фазовых превращений.</p>	Написание контрольной работы	Вопросы 19-37
			<p><b>умеет:</b> Управлять технологическими процессами, проводить всесторонние исследования.</p>	Оценка практической работы в течении семестра	Практические работы 4-7.
			<p><b>владеет:</b> Навыками теоретической и экспериментальной работы, позволяющими получать конденсированные среды с нужными параметрами и формировать консолидированные наноматериалы путём контролируемого фазового превращения.</p>	Оценка практической работы в течении семестра	Практические работы 4-7.

Контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

**(электронные и печатные издания)**

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гусев А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 416 с.

<http://www.iprbookshop.ru/12979>

2. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс]/ Неволин В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 174 с.

<http://www.iprbookshop.ru/26894>

3. Учебно-методический комплекс по сетевой образовательной программе «Физика наноструктур и наноэлектроника» [Электронный ресурс]/ Н.И. Анисимова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2013.— 155 с.

<http://www.iprbookshop.ru/21426>

4. Матюшкин И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матюшкин И.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2011.— 168 с.

<http://www.iprbookshop.ru/13280>

5. Орлова М.Н. Наноэлектроника [Электронный ресурс]: курс лекций/ Орлова М.Н., Борзых И.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2013.— 50 с.

<http://www.iprbookshop.ru/56246.html>

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

**«Интернет»**

1. [http://www.physics.by/e107\\_files/mono/monograf\\_4fed\\_pdf/4fed\\_gl7.pdf](http://www.physics.by/e107_files/mono/monograf_4fed_pdf/4fed_gl7.pdf)

2. <http://lms.physics.spbstu.ru/course/index.php?categoryid=12>

3. <http://dssp.petrus.ru/p/tutorial/fit/Part13/part13.2.htm>

4. <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/155.html>

5. <http://www.chem.msu.su/rus/jvho/2001-3/66.pdf>

## Дополнительная литература

1. Д.А.Паршин, Г.Г. Зегря. Физика: Статистическая термодинамика. Курс лекций. <http://lms.physics.spbstu.ru/course/index.php?categoryid=12>

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Пакеты прикладных программ MATLAB, MathCad.

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В дисциплине целесообразно использовать следующие образовательные технологии. Лекционный курс: чтение лекций в сопровождении видеоматериалов. Практические занятия: рассчитаны на индивидуальную работу студентов с компьютером и лабораторным оборудованием, предусматривают решение задач с использованием стандартных программных приложений. Самостоятельная работа с литературой формируют способность анализировать физические и технологические проблемы, умение использовать естественнонаучные, сведения на практике в различных видах профессиональной деятельности. Учебная деятельность студентов, включая самостоятельную работу с литературой и специализированными программными продуктами, способствует овладению научным мышлением, способностью в письменной и устной речи логически правильно оформить результаты исследований; готовностью к формированию системного подхода к анализу научной информации, восприятию инноваций; формируют способность и готовность к самосовершенствованию, самореализации, личностной и предметной рефлексии.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень помещений, необходимых для проведения аудиторных занятий по дисциплине.

1. Класс на 24 рабочих места для проведения практических занятий со студентами.

2. Компьютерный класс, оснащенный локальной сетью и выходом в сеть Интернет.

Технические средства, используемые для отработки практических вопросов дисциплины:

1. Металлографический микроскоп
2. Дериватограф
3. Твердомер (по Виккерсу)

4. Электронный растровый микроскоп
5. Оптический микроскоп
6. Рентгеновский дифрактометр
7. Муфельная печь.
8. Комплекс для получения спиннингованных лент.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Фазовые переходы»**

**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение (час)	Форма контроля
<b>1 семестр</b>				
1	2 -14 неделя	Реферат	30	Выступление с презентацией по теме реферата

### Темы рефератов

1. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его фундаментальные следствия.
2. Теория Эренфеста.
3. Кинетика зародышеобразования и роста новой фазы.
4. Теория Ландау для фазовых переходов 2 рода.
5. Особенности эпитаксиальных фаз.
6. Новые фазы, возникающие в нанокристаллическом состоянии.
7. Спинодальный распад и его физическая основа.
8. Устойчивость твёрдых растворов.
9. Методы фиксации фазовых превращений.
10. Метод интенсивной пластической деформации.
11. Полиморфные модификации и их связь с размерностью.
12. Методы аморфизации металлов.
13. Контролируемая кристаллизация аморфных сплавов.
14. Многообразие аморфности.
15. Получение массивных аморфных сплавов

### Методические рекомендации по написанию и оформлению реферата

Реферат – творческая деятельность студента, которая воспроизводит в своей структуре научно–исследовательскую деятельность по решению теоретических и прикладных проблем в определённой отрасли научного знания. В силу этого курсовая работа является важнейшей составляющей учебного процесса в высшей школе.

Реферат, являясь моделью научного исследования, представляет собой самостоятельную работу, в которой студент решает проблему теоретического

или практического характера, применяя научные принципы и методы данной отрасли научного знания. Результат данного научного поиска может обладать не только субъективной, но и объективной научной новизной, и поэтому может быть представлен для обсуждения научной общественности в виде научного доклада или сообщения на научно-практической конференции, а также в виде научной статьи.

Реферат выполняется под руководством научного руководителя и предполагает приобретение навыков построения делового сотрудничества, основанного на этических нормах осуществления научной деятельности. Целеустремлённость, инициативность, бескорыстный познавательный интерес, ответственность за результаты своих действий, добросовестность, компетентность – качества личности, характеризующие субъекта научно-исследовательской деятельности, соответствующей идеалам и нормам современной науки.

Реферат – это самостоятельная учебная и научно-исследовательская деятельность студента. Научный руководитель оказывает помощь консультативного характера и оценивает процесс и результаты деятельности. Он предоставляет примерную тематику реферативных работ, уточняет совместно со студентом проблему и тему исследования, помогает спланировать и организовать научно-исследовательскую деятельность, назначает время и минимальное количество консультаций. Научный руководитель принимает текст реферата на проверку не менее чем за десять дней до защиты.

Традиционно сложилась определенная структура реферата, основными элементами которой в порядке их расположения являются следующие:

1. Титульный лист.
2. Задание.
3. Оглавление.
4. Перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость).
5. Введение.
6. Основная часть.
7. Заключение.
8. Библиографический список.
9. Приложения.

На титульном листе указываются: учебное заведение, выпускающая кафедра, автор, научный руководитель, тема исследования, место и год выполнения реферата.

Название реферата должно быть по возможности кратким и полностью соответствовать ее содержанию.

В оглавлении (содержании) отражаются названия структурных частей реферата и страницы, на которых они находятся. Оглавление целесообразно разместить в начале работы на одной странице.

Наличие развернутого введения – обязательное требование к реферату. Несмотря на небольшой объем этой структурной части, его написание вызывает значительные затруднения. Однако именно качественно выполненное введение является ключом к пониманию всей работы, свидетельствует о профессионализме автора.

Таким образом, введение – очень ответственная часть реферата. Начинаться должно введение с обоснования актуальности выбранной темы. В применении к реферату понятие «актуальность» имеет одну особенность. От того, как автор реферата умеет выбрать тему и насколько правильно он эту тему понимает и оценивает с точки зрения современности и социальной значимости, характеризует его научную зрелость и профессиональную подготовленность.

Кроме этого во введении необходимо вычленив методологическую базу реферата, назвать авторов, труды которых составили теоретическую основу исследования. Обзор литературы по теме должен показать основательное знакомство автора со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, определять главное в современном состоянии изученности темы.

Во введении отражаются значение и актуальность избранной темы, определяются объект и предмет, цель и задачи, хронологические рамки исследования.

Завершается введение изложением общих выводов о научной и практической значимости темы, степени ее изученности и обеспеченности источниками, выдвижением гипотезы.

В основной части излагается суть проблемы, раскрывается тема, определяется авторская позиция, в качестве аргумента и для иллюстраций выдвигаемых положений приводится фактический материал. Автору необходимо проявить умение последовательного изложения материала при одновременном его анализе. Предпочтение при этом отдается главным фактам, а не мелким деталям.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «заключение». Как и всякое заключение, эта часть реферата выполняет роль вывода, обусловленного логикой проведения исследования, который носит форму синтеза накопленной в основной части научной информации. Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными

задачами, поставленными и сформулированными во введении. Именно здесь содержится так называемое «выводное» знание, которое является новым по отношению к исходному знанию. Заключение может включать предложения практического характера, тем самым, повышая ценность теоретических материалов.

Итак, в заключении реферата должны быть: а) представлены выводы по итогам исследования; б) теоретическая и практическая значимость, новизна реферата; в) указана возможность применения результатов исследования.

После заключения принято помещать библиографический список использованной литературы. Этот список составляет одну из существенных частей реферата и отражает самостоятельную творческую работу автора реферата.

Список использованных источников помещается в конце работы. Он оформляется или в алфавитном порядке (по фамилии автора или названия книги), или в порядке появления ссылок в тексте письменной работы. Во всех случаях указываются полное название работы, фамилии авторов или редактора издания, если в написании книги участвовал коллектив авторов, данные о числе томов, название города и издательства, в котором вышла работа, год издания, количество страниц.

### **Критерии оценки реферата.**

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

**Новизна текста:** а) актуальность темы исследования; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

**Степень раскрытия сущности вопроса:** а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

**Обоснованность выбора источников:** а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования

(в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

**Соблюдение требований к оформлению:** а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объёму реферата.

**Студент** представляет реферат на рецензию не позднее чем за неделю до защиты. Рецензентом является научный руководитель. Опыт показывает, что целесообразно ознакомить студента с рецензией за несколько дней до защиты. Оппонентов назначает преподаватель из числа студентов. Для устного выступления студенту достаточно 10-20 минут (примерно столько времени отвечает по билетам на экзамене).

**Оценка 5 ставится**, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

**Оценка 4** – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

**Оценка 3** – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

**Оценка 2** – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

**Оценка 1** – реферат студентом не представлен.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Фазовые переходы»**  
**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Знает	Физические основы фазовых превращений.
	Умеет	Проводить теоретические расчеты, анализировать экспериментальные результаты, представлять полученные данные в виде отчетов и статей.
	Владеет	Навыками анализа полученных результатов, соотнесения экспериментальных данных с теоретическими расчетами.
ПК-9 способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	Знает	Современное состояние науки, связанной получением и изучением новых наноструктурированных конденсированных сред путём контролируемых фазовых превращений.
	Умеет	Управлять технологическими процессами, проводить всесторонние исследования.
	Владеет	Навыками теоретической и экспериментальной работы, позволяющими получать конденсированные среды с нужными параметрами и формировать консолидированные наноматериалы путём контролируемого фазового превращения.

## Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1	ПК-3	<b>знает</b> Физические основы фазовых превращений.	Написание контрольной работы	Вопросы 1-18
			<b>умеет:</b> Проводить теоретические расчеты, анализировать экспериментальные результаты, представлять полученные данные в виде отчетов и статей.	Оценка практической работы в течении семестра	Выполнение практических работ 1-3
			<b>владеет:</b> Навыками анализа полученных результатов, соотнесения экспериментальных данных с теоретическим и расчетами.	Оценка практической работы в течении семестра	Составление отчетов по практическим работам 1-3
2	Тема 2 Тема 3	ПК-9	<b>знает:</b> Современное состояние науки, связанной получением и изучением новых наноструктурированных конденсированных сред путём контролируемых фазовых превращений.	Написание контрольной работы	Вопросы 19-37

			<p><b>умеет:</b> Управлять технологическими процессами, проводить всесторонние исследования.</p>	<p>Оценка практической работы в течение семестра</p>	<p>Практические работы 4-7.</p>
			<p><b>владеет:</b> Навыками теоретической и экспериментальной работы, позволяющими получать конденсированные среды с нужными параметрами и формировать консолидированные наноматериалы путём контролируемого фазового превращения.</p>	<p>Оценка практической работы в течение семестра</p>	<p>Практические работы 4-7.</p>

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Для текущей и промежуточной аттестации используется рейтинговая система оценки успеваемости в соответствии рейтинг-планом по дисциплине (приложение 3). Структура рейтинг-плана по дисциплине состоит из трех основных форм контроля: посещения, практические задания, экзамен.

Баллы за посещения выставляются по схеме одно посещение – один балл.

Практические задания, как оценка самостоятельной работы студента по решению задач оцениваются следующим образом:

- 10 - баллов выставляется, если студент продемонстрировал знания и владения навыками самостоятельной работы по теме задания; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов задачи. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; работа оформлена правильно;

- 9-8 баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; критические ошибки отсутствуют. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

- 7-6 баллов - студент провел достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих в решении задачи; понимает базовые основы и теоретическое обоснование темы. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы. Возможно, требуется незначительная помощь студенту в решении.

0 баллов – допущены критические ошибки, студент не может самостоятельно решить задачу.

Баллы за экзамен по дисциплине, как за отдельное контрольное мероприятие в структуре рейтинг-плана выставляются в соответствии со следующими требованиями:

- 10-9 баллов - если студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.

- 7-8 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов.

- 5-6 баллов - выставляется студенту, если он имеет знания только

основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

- 0-4 балла - выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

Окончательная экзаменационная оценка по промежуточной аттестации формируется в автоматизированной рейтинговой системе на основе введенных преподавателем оценок по контрольным мероприятиям, входящим в рейтинг-план.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации** **Список вопросов к экзамену**

1. Что такое фаза. Условие равновесия фаз. Тройная точка
2. Примеры ФП 1 рода. Метастабильные состояния. Критическая точка.
3. Кинетика фазовых переходов. Формула для свободной энергии.
4. Гетерофазные флуктуации. Теория Фольмера-Вебера-Френкеля.
5. Кинетика роста новой фазы. Теория Лифшица-Слезова.
6. Фазовые переходы второго рода. Параметр порядка.
7. Нестационарное и гетерогенное зарождение
8. Кривые Ван-дер-Ваальса. Бинодаль. Спинодаль.
9. Каноническое уравнение состояния. Классификация ФП по Эренфесту.
10. Условие термодинамического равновесия фаз в подробностях.
11. Теория Ландау. Параметр порядка.
12. 3 типа твёрдых растворов в зависимости от положения примесных атомов.
13. 3 типа твёрдых растворов в зависимости от взаимной растворимости
14. Правило фаз Гиббса
15. Потенциал Гиббса ( $G$ ) и  $dG$  для систем с постоянным и переменным числом частиц.
16. Внутренняя энергия ( $U$ ). Формула для статических и квазистатических процессов.
17. Большой термодинамический потенциал ( $\Omega$ ). Энтальпия ( $H$ ).
18. Химический потенциал  $\mu$ . Свободная энергия  $F$
19. 3 типа межфазных границ. Определение. Краткое описание.
20. Эвтектическое и перетектоидное превращение. Определение, формула, диаграмма состояния.
21. Распад твердых растворов. Типы распадов. Перечислить, дать краткое описание.
22. Типы дефектов в твёрдых телах в зависимости от размерности. Привести примеры.
23. Вторичная кристаллизация. Определение, механизмы роста новой фазы.
24. Полиморфные превращения.

25. Превращения в твёрдом состоянии. Перечислить, дать определения.
26. Какие материалы относятся к наноструктурным. Перечислить, дать определения.
27. Что такое консолидированные материалы. Какие типы поверхностей раздела в них встречаются.
28. Методы получения нанокристаллических структур путём превращений в конденсированных средах.
29. Что такое верхний и нижний предел нанокристаллического состояния. Зависимость объёма поверхностей раздела размеров зерна.
30. Диффузионные и бездиффузионные превращения в твердом состоянии. Дать краткое описание. Привести примеры.
31. Мартенситное и массивное превращение. Дать краткое описание. В чём их различие.
32. Основные признаки аморфного состояния. Координационные сферы.
33. Особенности аморфных металлов.
34. Метод спиннингования.
35. Особенности получения объемных аморфных металлов.
36. Структурная релаксация в аморфных металлах.
37. Контролируемая кристаллизация.

В экзаменационный билет входит 4 вопроса из вышеприведенного списка.

**Рейтинг-план по дисциплине****Фазовые переходы**Основная образовательная программа(ы) 11.03.04 Электроника и наноэлектроникаШкола (реализующая ООП) Школа естественных наукгруппа(ы) Б8501 семестр осенний 2018/2019 учебного годаИсполняющая школа Школа естественных наукИсполняющая кафедра Кафедра низкоразмерных структурФорма промежуточной (семестровой) аттестации ЭкзаменПреподаватель Полянский Дмитрий Александрович, к.ф.м.н, доцент**Оценочные средства для текущей аттестации**

№	Примерная дата внесения в АРС	Примерная дата проведения	Наименование контрольного мероприятия	Форма контроля	Весовой коэффициент	Максимальный балл
	10 неделя	9 неделя	Контрольная работа №1	Контрольная работа	1	30
	18 неделя	18 неделя	Контрольная работа №2	Контрольная работа	1	30
	6 неделя	3 неделя	Практическая работа №1	Отчет	1	5
		6 неделя	Практическая работа №2	Отчет	1	5
	12 неделя	7 неделя	Практическая работа №3	Отчет	1	5
		9 неделя	Практическая работа №4	Отчет	1	5
		11 неделя	Практическая работа №5	Отчет	1	5
	18 неделя	13 неделя	Практическая работа №6	Отчет	1	5
		15 неделя	Практическая работа №7	Отчет	1	5
		17 неделя	Практическая работа №8	Отчет	2	10
	сессия	сессия	Экзамен по дисциплине	Экзамен	0	-

**Шкала соответствия рейтинга по дисциплине и оценок единой шкалы по школе**

Менее 51 %	не зачтено	неудовлетворительно
От 51 % до 70 %	зачтено	удовлетворительно
От 71 % до 85 %	зачтено	хорошо
От 86 % до 100 %	зачтено	отлично