

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Основы фазовых переходов и критических явлений M2.B.2.3

Направление подготовки: 050100.68 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Образование в области физики

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Демин С.А.

**Рецензент(ы):**

Мокшин А.В. , Хуснутдинов Р.М.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Мокшин А. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6121014

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Демин С.А. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение, Sergej.Djomin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины - обеспечение теоретической и общефизической подготовки магистрантов на уровне, необходимом для научной работы в педагогической и прочих сферах деятельности, а также в области исследования свойств вещества в разных агрегатных состояниях. В результате у магистранта образуется комплекс знаний, необходимых для изучения специальных курсов по решению научно-исследовательских, проектных задач, овладение которыми необходимо для подготовки специалистов широкого профиля.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.2 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.68 Педагогическое образование и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Осваивается на втором курсе магистратуры (1 семестр). Имеет индекс М2.В.ОД.2.3.

Дисциплина "Основы фазовых переходов и критических явлений" предназначена для улучшения математической подготовки студентов, обучающихся по специальности 050100.68 (маг.). Основной её целью является знакомство студентов с основными математическими методами, используемыми в современной теоретической физике для описания поведения различных физических систем. Особое внимание уделяется изучению фазовых превращений в одно- и многокомпонентных системах. Изучение курса предполагает знание магистрантами основ общей и теоретической физики, математического анализа.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	Знать: общие положения физики, базовые концепции и понятия Уметь: использовать стандартные алгоритмы и естественно-научные методы Владеть: базовым математическим аппаратом
ОК-2 (общекультурные компетенции)	Знать: актуальные задачи физики и методики преподавания физики Уметь: использовать знания современных проблем физики и физического образования в решении профессиональных и образовательных задач Владеть: системой современных естественно-научных знаний
ОК-3 (общекультурные компетенции)	Знать: физические и математические методы и алгоритмы Уметь: использовать уже известные методы исследования, а также уметь выполнять самостоятельное развитие и обобщение физико-математических методов Владеть: навыками освоения новых физико-математических методов

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	Знать: основные концепции, связанные с информационными технологиями в области физико-математического образования Уметь: использовать информационные технологии, а также новые знания и умения в областях, не связанных со сферой физических исследований и физико-математического образования Владеть: способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	Знать: государственный (русский), и иностранные языки на уровне, позволяющим осуществлять профессиональную коммуникацию Уметь: делать доклады и сообщения на государственном и иностранном языках Владеть: государственным и иностранными языками на достаточном уровне, позволяющем свободно изъясняться и понимать
ПК-5 (профессиональные компетенции)	Знать: методы анализа теоретических и экспериментальных результатов научных физико-математических исследований Уметь: анализировать результаты научных исследований и применять их в дальнейшей научно-исследовательской работе Владеть: общими подходами анализа научно-исследовательских результатов
ПК-6 (профессиональные компетенции)	Знать: типовые решения физико-математических задач Уметь: предлагать собственные оригинальные решения исследовательских задач; критически подходить к их оценке Владеть: способностями к нетиповому, оригинальному решению исследовательских задач
ПК-7 (профессиональные компетенции)	Знать: современные методы физико-математических исследований Уметь: самостоятельно осуществлять научное исследование с использованием современных методов науки Владеть: базовыми и общими навыками выполнения самостоятельного научного теоретического и экспериментального исследования
СК-1	Знать: основы теоретической и вычислительной физики Уметь: Составлять типовые алгоритмы по решению задач физики; решать типовые задачи теоретической физики Владеть: профессиональным языком предметной области знания

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- классификацию фазовых переходов;
- критерии равновесия и устойчивости термодинамической системы;
- особенности фазовых переходов первого рода;
- особенности фазовых переходов второго рода;
- условия равновесия в многокомпонентных и многофазных системах;
- примеры и свойства динамически организуемых систем;
- свойства и способы термодинамического описания разных агрегатных состояний вещества

2. должен уметь:

- ориентироваться в многообразии фазовых переходов;
- получать теоретические соотношения для характеристик вблизи точки перехода;
- различать типы фазовых диаграмм

3. должен владеть:

- навыками творческого обобщения полученных знаний;
- навыками конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной формах

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи.	3	1,2	4	0	0	письменная работа
2.	Тема 2. Неидеальный газ.	3	3	0	3	0	устный опрос
3.	Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.	3	4	0	3	0	письменная работа
4.	Тема 4. Фазовые переходы первого рода.	3	5	0	3	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Фазовые переходы второго рода.	3	6	0	3	0	письменная работа
6.	Тема 6. Критические и закритические явления.	3	7	0	3	0	устный опрос
7.	Тема 7. Теория диссипативных структур.	3	8	0	3	0	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			4	18	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи.

###### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Введение. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи. Фундаментальный характер модели идеального газа. Учет неидеальности. Термодинамические неравенства и термодинамическая устойчивость.

##### Тема 2. Неидеальный газ.

###### *практическое занятие (3 часа(ов)):*

Неидеальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Другие уравнения состояния неидеального газа. Критическая точка. Критическая точка и фазовые переходы второго рода. Аналогии различных фазовых переходов (сверхпроводимость, сверхтекучесть, ферромагнетизм и т.п.) с критической точкой жидкость ? пар. Термодинамические неравенства в критической точке. Уравнение Ван-дер-Ваальса и критические параметры. Уравнение соответственных состояний. Термодинамические неравенства в бинарных растворах. Критические точки в бинарных растворах.

##### Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.

###### *практическое занятие (3 часа(ов)):*

Параметр порядка и симметрия. Разложение Ландау. Основные результаты теории Ландау. Сравнение с экспериментом. Физическая причина нарушения теории Ландау. Термодинамическая теория флуктуаций. Корреляционная функция флуктуаций параметра порядка. Радиус корреляции. Природа критической универсальности. Аномалия теплоемкости в рамках теории Орнштейна-Цернике. Межфазное натяжение в рамках теории самосогласованного поля. Критическая адсорбция. Критерий применимости теории самосогласованного поля (критерий Гинзбурга).

##### Тема 4. Фазовые переходы первого рода.

###### *практическое занятие (3 часа(ов)):*

Теория Ландау для фазовых переходов 1-го рода. Примеры фазовых переходов 1-го рода. Фазовые переходы в жидких кристаллах: нематика, смектики. Взаимодействие параметров порядка. Критические точки высшего порядка: бикритическая, трикритическая, поликритическая.

##### Тема 5. Фазовые переходы второго рода.

###### *практическое занятие (3 часа(ов)):*



Термодинамика сверхпроводящего перехода. Использование достижений физики фазовых переходов для изучения коллективных явлений в других областях естествознания (астрофизика, физика моря и атмосферы, биология и экология).

#### **Тема 6. Критические и закритические явления.**

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Критические и закритические явления. Фазовые переходы в растворах He4-He3.

#### **Тема 7. Теория диссипативных структур.**

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Проблема устойчивости стационарных неравновесных состояний. Нарушение устойчивости стационарных состояний ? аналог фазовых переходов. Примеры ? конвекция, порог генерации лазера, реакция Жаботинского, турбулентность. Теория диссипативных структур. Принцип минимума производства энтропии. Роль флуктуаций в образовании диссипативных структур.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи.	3	1,2	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
2.	Тема 2. Неидеальный газ.	3	3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
3.	Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.	3	4	подготовка к письменной работе	10	письменная работа
4.	Тема 4. Фазовые переходы первого рода.	3	5	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Фазовые переходы второго рода.	3	6	подготовка к письменной работе	10	письменная работа
6.	Тема 6. Критические и закритические явления.	3	7	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
7.	Тема 7. Теория диссипативных структур.	3	8	подготовка к отчету	6	отчет
	Итого				50	

### **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Освоение дисциплины "Основы фазовых переходов и критических явлений" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и новых образовательных технологий с применением в образовательном процессе интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств, а также мультимедийных программ, включающих подготовку домашних работ и выступления студентов с презентационными материалами по предложенной тематике.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи.**

письменная работа , примерные вопросы:

Введение. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи. Фундаментальный характер модели идеального газа. Учет неидеальности. Термодинамические неравенства и термодинамическая устойчивость.

### **Тема 2. Неидеальный газ.**

устный опрос , примерные вопросы:

Неидеальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Другие уравнения состояния неидеального газа. Критическая точка. Критическая точка и фазовые переходы второго рода. Аналогии различных фазовых переходов (сверхпроводимость, сверхтекучесть, ферромагнетизм и т.п.) с критической точкой жидкость ? пар. Термодинамические неравенства в критической точке. Уравнение Ван-дер-Ваальса и критические параметры. Уравнение соответственных состояний. Термодинамические неравенства в бинарных растворах. Критические точки в бинарных растворах.

### **Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.**

письменная работа , примерные вопросы:

Параметр порядка и симметрия. Разложение Ландау. Основные результаты теории Ландау. Сравнение с экспериментом. Физическая причина нарушения теории Ландау.

Термодинамическая теория флуктуаций. Корреляционная функция флуктуаций параметра порядка. Радиус корреляции. Природа критической универсальности. Аномалия теплоемкости в рамках теории Орнштейна-Цернике. Межфазное натяжение в рамках теории самосогласованного поля. Критическая адсорбция. Критерий применимости теории самосогласованного поля (критерий Гинзбурга).

### **Тема 4. Фазовые переходы первого рода.**

устный опрос , примерные вопросы:

Теория Ландау для фазовых переходов 1-го рода. Примеры фазовых переходов 1-го рода. Фазовые переходы в жидких кристаллах: нематики, смектики. Взаимодействие параметров порядка. Критические точки высшего порядка: бикритическая, трикритическая, поликритическая.

### **Тема 5. Фазовые переходы второго рода.**

письменная работа , примерные вопросы:

Термодинамика сверхпроводящего перехода. Использование достижений физики фазовых переходов для изучения коллективных явлений в других областях естествознания (астрофизика, физика моря и атмосферы, биология и экология).

### **Тема 6. Критические и закритические явления.**

устный опрос , примерные вопросы:

Критические и закритические явления. Фазовые переходы в растворах He4-He3.

### **Тема 7. Теория диссипативных структур.**

отчет , примерные вопросы:

Проблема устойчивости стационарных неравновесных состояний. Нарушение устойчивости стационарных состояний ? аналог фазовых переходов. Примеры ? конвекция, порог генерации лазера, реакция Жаботинского, турбулентность. Теория диссипативных структур. Принцип минимума производства энтропии. Роль флуктуаций в образовании диссипативных структур.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:



Примерная тематика вопросов на самостоятельное рассмотрение по дисциплине "Основы фазовых переходов и критических явлений":

1. Примеры фазовых переходов первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
2. Особенности фазовых переходов: "твердое тело-жидкость", "жидкость-газ", "твердое тело-газ".
3. Тройная точка. Критическая точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса и система "жидкость-газ". Метастабильные состояния вещества. Образование новой фазы.
4. Равновесие в многокомпонентных и многофазных системах. Понятие компоненты. Закон действующих масс.
5. Примеры фазовых переходов (ФП) второго рода, аномалии в критической точке (экспериментальные данные). Газ Ван-дер-Ваальса. Кривая сосуществования. Магнитный ФП. Точка Кюри.
6. Термодинамика ФП. Условия равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Термодинамическая устойчивость однофазного состояния вещества. Фазовый переход 2-го рода. Теория Эренфеста.
7. Метод среднего поля в теории равновесных ФП. Трудности микроскопической теории ФП.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС) включает следующие виды работ:

- изучение теоретического материала;
- проработка теоретического материала (основная и дополнительная литература);
- подготовка докладов в виде презентаций или в виде рефератов с наглядными и иллюстративными материалами;
- выполнение индивидуальных заданий, вынесенных в категорию "Самостоятельная работа студентов".

### 7.1. Основная литература:

1. Чабанов В. Е. Курс лекций по физике твердого тела для технических вузов: учебное пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 131 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-0775-0677-9. (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=355277>) ЭБС Знаниум
2. Шершнева, В. А. Сборник прикладных задач по математике [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В. А. Шершнева, О. А. Карнаухова. - 2-е изд. испр. и доп. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 219 с. -ISBN 978-5-7638-2410-0. (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441193>) ЭБС Знаниум
3. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-00967-3, 500 экз. (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421>) ЭБС Знаниум
4. Теоретическая механика. Сборник задач: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 430 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-010026-5, 200 экз. (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=466627>) ЭБС Знаниум

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Физика твердого тела / Матухин В.Л., Ермаков В.Л. "Лань"Издательство: 978-5-8114-0923-5ISBN: 2010Год: 1-е изд.Издание: 224 стр. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=262](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=262)) ЭБС Лань
2. Физика твердого тела / Епифанов Г.И. "Лань"Издательство: 978-5-8114-1001-9ISBN: 2011Год: 4-е изд., стер. Издание: 288 стр. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023)) ЭБС Лань

3. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев И.В. "Лань" Издательство: 978-5-8114-1211-2 ISBN: 2011 Год: 5-е изд. Издание: 384 стр. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=708](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=708)) ЭБС Лань

### 7.3. Интернет-ресурсы:

ВикиЗнание: гипертекстовая электронная энциклопедия - <http://www.wikiznanie.ru>

Википедия: свободная многоязычная энциклопедия - <http://ru.wikipedia.org>

Лекция по теории Ландау о фазовых переходах второго рода. - <http://lion.icp.ac.ru/e-learn/razumov/lecture06/>

Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал. - <http://www.portalnano.ru/>

Описание фазовых переходов - [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/4746/ФАЗОВЫЕ](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/4746/ФАЗОВЫЕ)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы фазовых переходов и критических явлений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Для обеспечения учебного процесса на индивидуальных и практических занятиях по дисциплине "Основы фазовых переходов и критических явлений" используется компьютерный класс для просмотра DVD и CD-дисков по темам, требующих более глубокого освоения учебного материала. Имеются электронные учебно-методические пособия с кратким изложением лекционного курса, перечня заданий и упражнений для самостоятельного контроля знаний и умений. Для проведения семинарских занятий в наличии имеются ноутбук и проектор, интерактивная доска.

1. Дисплейный класс, подключенный к сети ИНТЕРНЕТ.
2. Мультимедийное оборудование: видеопроектор, электронная доска, ноутбук.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.68 "Педагогическое образование" и магистерской программе Образование в области физики .

Автор(ы):

Демин С.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. \_\_\_\_\_

Хуснутдинов Р.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.