

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Основы фазовых переходов и критических явлений М2.В.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. , Сафаров Р.Х.

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

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 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	2	2	0	письменная работа
2.	Тема 2. Неидеальный газ.	3	3	0	2	0	устный опрос
3.	Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.	3	4,5	0	4	0	устный опрос
4.	Тема 4. Фазовые переходы первого рода.	3	6	2	2	0	письменная работа
5.	Тема 5. Фазовые переходы второго рода.	3	7,8	0	4	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	
6.	Тема 6. Критические и закритические явления.	3	9	0	2	0	устный опрос
7.	Тема 7. Теория диссипативных структур.	3	10	0	2	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 (2 часа(ов)):

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

практическое занятие (2 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 (2 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 (4 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.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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.

практическое занятие (2 часа(ов)):

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.

практическое занятие (4 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 (2 часа(ов)):

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

Тема 7. Теория диссипативных структур.

практическое занятие (2 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)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
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	4,5	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
4.	Тема 4. Фазовые переходы первого рода.	3	6	подготовка к письменной работе	8	письменная работа
5.	Тема 5. Фазовые переходы второго рода.	3	7,8	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
6.	Тема 6. Критические и закритические явления.	3	9	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
7.	Тема 7. Теория диссипативных структур.	3	10	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.

устный опрос , 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.

письменная работа , 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.

устный опрос , 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:

Моделирование систем, Артюхин, Георгий Алексеевич, 2012г.

Моделирование систем, Артюхин, Георгий Алексеевич, 2012г.

Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы, Лыкосов, Василий Николаевич;Глазунов, Андрей Васильевич;Кулямин, Дмитрий Вячеславович, 2012г.

Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB, Поршневу, Сергей Владимирович, 2011г.

Математическое и компьютерное моделирование, Тарасевич, Юрий Юрьевич, 2012г.

Математическое и компьютерное моделирование, Тарасевич, Юрий Юрьевич, 2013г.

Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple, Игнатъев, Юрий Геннадьевич, 2014г.

Компьютерные технологии моделирования и обработки экспериментальных данных, Якимов, Игорь Максимович;Мокшин, Владимир Васильевич, 2012г.

Динамические явления в сложных системах, Мокшин, Анатолий Васильевич, 2011г.

1) Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple [Текст: электронный ресурс] : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатъев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-тет, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .? Электронные данные (1 файл: 19,09 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) .? Загл. с экрана .? Для 8-го, 9-го и 10-го семестров .? Режим доступа: открытый.

Оригинал копии: Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатъев .? Казань : Казанский университет, 2014 .? 297 с. : ил. ; 30 .? ISBN 978-5-00019-150-7 ((в обл.)) , 500.

<URL:http://libweb.ksu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_000443.pdf>.

2) Прудников, В. В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования [Электронный ресурс] / В. В. Прудников, А. Н. Вакилов, П. В. Прудников. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 224 с. - ISBN 978-5-9221-0961-1 (Znanium).

3) Соболев, В. А. Редукция моделей и критические явления в макрокинетике [Электронный ресурс] / В. А. Соболев, Е. А. Щепкина. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-1269-7 (Znanium).

7.2. Дополнительная литература:

Теоретическая физика, Т. 9. Статистическая физика, Лифшиц, Евгений Михайлович; Питаевский, Лев Петрович, 2004г.

Что такое классика?, Лифшиц, Михаил Александрович; Арсланов, Виктор Григорьевич, 2004г.

Моделирование систем, Аникин, Игорь Вячеславович; Вершинин, Игорь Сергеевич; Денисов, Максим Павлович; Райхлин, Вадим Абрамович, 2013г.

Компьютерное моделирование физических систем, Булавин, Леонид Анатольевич; Выгорницкий, Николай Викторович; Лебовка, Николай Иванович, 2011г.

Введение в математическое моделирование динамических систем, Асанов, Асхат Замилович, 2008г.

Моделирование процессов, Райхлин, Вадим Абрамович, 2007г.

Моделирование систем, Советов, Борис Яковлевич; Яковлев, Сергей Алексеевич, 2005г.

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

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 "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. _____

Сафаров Р.Х. _____

"__" _____ 201__ г.