

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. Таюрский Д.А.

20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Физика сложных систем Б1.В.ОД.4.4

Направление подготовки: 44.04.01 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Образование в области физики

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Демин С.А.

Рецензент(ы):

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 6141617

Казань
2017

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, Sergey.Demin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Задачи изучения дисциплины заключаются в следующем:

- знакомство с различными типами сложных систем, специфическими свойствами, особенностями и примерами сложных систем;
- знакомство с основными методами физики сложных систем;
- знакомство с основными направлениями анализа самоорганизации сложных систем, приложением физики сложных систем к различным сферам человеческой деятельности;
- изучение природных явлений и процессов на основе принципов самоорганизации сложных систем, исследование свойств самоорганизующихся систем, роли флуктуаций и корреляций в явлениях самоорганизации;
- исследование природы и специфических особенностей самоорганизующихся сложных систем живой природы, анализ, диагностика и прогнозирование различных заболеваний человека на основе методов физики сложных систем;
- исследование статистических и динамических особенностей сложных систем социальной природы;
- анализ астрофизических и геофизических данных с целью выявления закономерностей эволюции и природы различных астрофизических объектов, сильных и слабых землетрясений, техногенных взрывов;
- интенсификация междисциплинарных связей статистической физики, физики сложных систем и других естественных наук.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.04.01 Педагогическое образование и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Учебная дисциплина имеет индекс М2.В.ОД.2.4. Осваивается на втором курсе магистратуры (3 семестр).

Учебная дисциплина по выбору "Физика сложных систем" предназначена для ознакомления студентов с новым междисциплинарным направлением - физикой сложных систем. Данная дисциплина направлена на изучение методов, разработанных в последние годы в области статистической физики, теории самоорганизации, динамического хаоса и нелинейной динамики, теории фракталов, теории катастроф. Учебная дисциплина связана с изучением природных явлений и процессов на основе принципов самоорганизации сложных систем.

Учебная дисциплина призвана расширить у студентов представления о современных методах исследования природы и эволюции сложных систем, находящих своё теоретическое и прикладное назначение, как в естественных, так и гуманитарных науках. Представления о перспективных методах анализа сложных систем, значительно расширяют физическое мировоззрение студентов и способствуют дальнейшему развитию их математической подготовки.

Дисциплина позволяет расширить базовые представления студентов, полученные в рамках учебных дисциплин теоретической и общей физики. Дисциплина направлена на интенсификацию междисциплинарных связей различных естественных наук, что отражается, к примеру, в различных прикладных аспектах физики сложных систем живой и неживой природы.

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
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
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	Знать: общие подходы в осуществлении профессионального физико-математического и личностного самообразования Уметь: самостоятельно ставить научные задачи и искать способы для их решения Владеть: способностью осуществлять самообразование и проектировать дальнейший образовательный маршрут и профессиональную карьеру
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Знать: современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса на различных образовательных ступенях в образовательных учреждениях Уметь: практически применять методы и технологии современного физико-математического образования Владеть: навыками тестирования, апробации и использования методов и технологий физико-математического образования в различных образовательных учреждениях
ПК-4 (профессиональные компетенции)	Знать: методы, концепции и подходы организации исследовательской работы обучающихся Уметь: ставить актуальные исследовательские задачи и выполнять соответствующий контроль Владеть: навыками руководства исследовательской работой обучающихся

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
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:

- историю и причины возникновения физики сложных систем, проблемы современного человечества, приводящие к возникновению физики сложных систем;
- основные понятия, положения и методы физики сложных систем, а также законы и принципы исследования природных явлений и процессов на основе теории самоорганизации сложных систем;
- возможности различных методов анализа экспериментальных временных серий сложных систем;
- статистические и динамические особенности дискретной временной эволюции сложных систем живой и неживой природы

2. должен уметь:

- находить особенности различных механизмов функционирования сложных систем живой и неживой природы;
- приводить примеры закрытых и открытых систем, выделять различные типы сложных систем, выделять различные направления исследования природы сложных систем;
- использовать различные методы анализа дискретных экспериментальных временных серий с целью выявления статистических и динамических особенностей сложных систем живой и неживой природы;
- выполнять построение вычислительных алгоритмов различных методов анализа экспериментальных временных серий в среде MATLAB;
- представлять результаты своих исследований в виде презентаций и сопутствующих наглядных материалов

3. должен владеть:

- навыками творческого обобщения полученных знаний;
- навыками конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной формах;
- навыками работы с имеющимися программными продуктами по обработке временных сигналов, генерируемых сложными системами

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. Природа сложных систем.	3	1,2	4	0	0	Письменная работа
2.	Тема 2. Фрактальная геометрия природы.	3	3-6	0	8	0	Письменная работа
3.	Тема 3. Нелинейная динамика.	3	7-11	0	10	0	Отчет
·	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Зачет
	Итого			4	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Природа сложных систем.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Сложные системы. Свойства сложных систем. Примеры сложных систем. Классификация сложных систем. Физика сложных систем. Синергетика и сложные системы.

Тема 2. Фрактальная геометрия природы.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Кибернетика и сложные системы. История фрактальной геометрии. Геометрические фракталы. Алгебраические фракталы. Стохастические фракталы и мультифракталы. Практические приложения теории фракталов. Фракталы в природе. Знакомство с методами анализа временных измерений. Методы фрактального и мультифрактального анализа.

Тема 3. Нелинейная динамика.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Нелинейные, хаотические и стохастические системы. Динамические системы. Переход к хаотическому поведению в динамических системах. Динамический хаос. Аттрактор. Описание поведения динамических систем. Нелинейные методы анализа.

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. Природа сложных систем.	3	1,2	подготовка к письменной работе	14	письменная работа
2.	Тема 2. Фрактальная геометрия природы.	3	3-6	подготовка к письменной работе	16	письменная работа
3.	Тема 3. Нелинейная динамика.	3	7-11	подготовка к отчету	20	отчет
	Итого				50	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Физика сложных систем" 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.

Для успешного преподавания дисциплины "Физика сложных систем" необходимо использовать не только различные печатные издания (см. перечень основной и дополнительной литературы), но и возможности мультимедийных средств обучения. Так как предлагаемая дисциплина раскрывает основные понятия и положения нового междисциплинарного направления, в процессе преподавания необходимо активное использование различных современных информационных источников, к примеру, Веб-сайтов, электронных библиотек по физике сложных систем, теории фракталов и нелинейной динамике.

Реализация самостоятельной работы студентов должна осуществляться в виде знакомства с возможностями среды MATLAB, построения численных алгоритмов линейных и нелинейных методов анализа экспериментальных временных серий сложных систем.

Для эффективного усвоения учебного материала данной дисциплины студенту необходимо знать: основы математического анализа; аналитической геометрии и линейной алгебры; дифференциального и интегрального исчисления; дифференциальных уравнений; уравнений и методов математической физики; вероятности и статистики, теории вероятностей, случайных процессов, статистического оценивания и проверки гипотез; статистических методов обработки экспериментальных данных; а также курсов дисциплин общей экспериментальной и теоретической физики.

В дополнение к лекционному материалу студентам рекомендуется осваивать различные современные информационные источники, отражающие современное состояние физики сложных систем, теории фракталов, нелинейной динамики, к примеру, Веб - сайты, электронные библиотеки, Интернет - энциклопедии и словари и т.п.

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

Тема 1. Природа сложных систем.

письменная работа , примерные вопросы:

Система. Подсистема, надсистема. Сложная система. Элементы сложной системы и связи между ними. Свойства и специфика сложных систем. Типы сложных систем. Классификация сложных систем. Примеры сложных систем. Особенности дискретной эволюции сложных систем различных типов. Дискретность в сложных системах. Нестационарность сложных систем. Эффекты памяти в сложных системах. Долговременные и кратковременные корреляции. Перспективные направления исследования сложных систем. Кибернетика и сложные системы. Синергетика и сложные системы. Физика сложных систем. Направления физики сложных систем. Физика сложных систем и транспортные потоки. Физика сложных систем и живые системы. Экономическая физика. Физика сложных систем и социальные сети. Анализ экспериментальных временных серий сложных систем. Информационная сущность хаотических сигналов. Статистические методы анализа временных сигналов сложных систем.

Тема 2. Фрактальная геометрия природы.

письменная работа , примерные вопросы:

Фрактальная геометрия. История фрактальной геометрии. Геометрические фракталы. Фрактальная размерность. Алгебраические фракталы. Фрактальная размерность. Стохастические фракталы. Мультифракталы. Геометрическое описание мультифракталов. Фрактальная и корреляционная размерности. Практическое применение фракталов и фрактальной геометрии. Фракталы в природе.

Тема 3. Нелинейная динамика.

отчет , примерные вопросы:

Линейные и нелинейные системы. Стохастические и хаотические системы. Квазипериодичность. Детерминированность и хаос. Переход к хаотическому поведению в динамических системах. Простейшие примеры систем с хаотическим поведением. Динамический хаос. Основные элементы теории хаоса. Описание поведения динамических систем. Аттрактор. Методы описания эволюции динамических систем в нелинейной динамике.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерная тематика практических занятий по дисциплине "Физика сложных систем", а также заданий для самостоятельной работы студентов (СРС):

1. Система. Подсистема, надсистема. Сложная система. Элементы сложной системы и связи между ними.
2. Свойства и специфика сложных систем. Типы сложных систем. Классификация сложных систем.

3. Примеры сложных систем. Особенности дискретной эволюции сложных систем различных типов.
4. Дискретность в сложных системах.
5. Нестационарность сложных систем.
6. Эффекты памяти в сложных системах. Долговременные и кратковременные корреляции.
7. Перспективные направления исследования сложных систем.
8. Кибернетика и сложные системы.
9. Синергетика и сложные системы.
10. Физика сложных систем. Направления физики сложных систем.
11. Физика сложных систем и транспортные потоки.
12. Физика сложных систем и живые системы.
13. Экономическая физика.
14. Физика сложных систем и социальные сети.
15. Анализ экспериментальных временных серий сложных систем. Информационная сущность хаотических сигналов.
16. Статистические методы анализа временных сигналов сложных систем.
17. Фрактальная геометрия. История фрактальной геометрии.
18. Геометрические фракталы. Фрактальная размерность.
19. Алгебраические фракталы. Фрактальная размерность.
20. Стохастические фракталы.
21. Мультифракталы. Геометрическое описание мультифракталов. Фрактальная и корреляционная размерности.
22. Практическое применение фракталов и фрактальной геометрии. Фракталы в природе.
23. Линейные и нелинейные системы. Стохастические и хаотические системы. Квазипериодичность.
24. Детерминированность и хаос. Переход к хаотическому поведению в динамических системах. Простейшие примеры систем с хаотическим поведением.
25. Динамический хаос. Основные элементы теории хаоса.
26. Описание поведения динамических систем. Аттрактор.
27. Методы описания эволюции динамических систем в нелинейной динамике.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС) включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, 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) Захарова, Т. В. Вейвлет-анализ и его приложения: Учебное пособие / Т.В. Захарова, О.В. Шестаков. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование).(обложка) ISBN 978-5-16-005055-3, 500 экз (Znanium).
- 2) Колесниченко, А. В. Турбулентность и самоорганизация. Проблемы моделирования космических и природных сред [Электронный ресурс] / А. В. Колесниченко, М. Я. Маров. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 632 с. : ил., [16] с. цв. вкл. - 70x100/16. - (Математическое моделирование). - ISBN 978-5-9963-0800-2 (Лань).

3) Плохотников, К. Э. Метод и искусство математического моделирования [Электронный ресурс] : курс лекций / К. Э. Плохотников. - М. : ФЛИНТА, 2012. - 519 с. - ISBN 978-5-9765-1541-3 (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=456334>) (Знаниум)

4) Самоподобие и фракталы. Телекоммуникационные приложения Шелухин О.И., Осин А.В., Смольский С.М., Шелухин О.И. "Физматлит" Издательство: 978-5-9221-0949-9 ISBN: 2008 Год: 368 стр. (http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2307) (Знаниум)

7.2. Дополнительная литература:

1. Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Молекулярная физика и термодинамика: учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. ? СПб.: БХВ- Петербург, 2009. ? 499 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-94157-731-6.

(<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=349974>) ЭБС Знаниум

2. 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) ЭБС Знаниум

3. Основы инновационного материаловедения: Монография / О.С. Сироткин. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль; Материаловедение). (обложка) ISBN 978-5-16-004948-9, 200 экз. (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=226469>) ЭБС Знаниум

7.3. Интернет-ресурсы:

Введение во фракталы - <http://algotlist.manual.ru/graphics/fracart.php>

Нелинейная физика. Хаос. Теория катастроф - http://ph4s.ru/book_ph_haos.html

Солитон - <http://ilib.mccme.ru/djvu/bib-kvant/soliton.htm>

Электронная библиотека по нелинейной динамике - <http://www.scintific.narod.ru/nlib/>

Элементы большой науки - <http://elementy.ru/posters/fractals/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика сложных систем" 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 оптимального учебного процесса на лекционных занятиях по курсу "Физика сложных систем" используется компьютерный класс для просмотра DVD и CD-дисков по темам, требующих более глубокого освоения учебного материала. Для проведения лекционных занятий имеется техническое средство обучения в составе одного ноутбука и мультимедийного проектора. Имеется комплект CD-дисков с лекционными и наглядно-демонстрационными материалами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.04.01 "Педагогическое образование" и магистерской программе Образование в области физики .

Автор(ы):

Демин С.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Хуснутдинов Р.М. _____

"__" _____ 201__ г.