

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.

**Программа дисциплины**

Моделирование сложных систем Б2.ДВ.1

Направление подготовки: 050100.62 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Физика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Демин С.А. , Панищев О.Ю.

**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

Казань  
2018

## 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 ; ассистент, б/с Панищев О.Ю. Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем , Oleg.Panischev@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью курса является изучение основных понятий, приемов и математических методов и моделей, используемых в физике сложных систем и предназначенных для организации сбора, систематизации и обработки статистических данных с целью их удобного представления, интерпретации и получения научных и практических выводов.

Задачами изучения дисциплины является: подготовка студентов для научной и практической деятельности в области разработки моделей сложных дискретных систем и проведения на них исследований, а также усвоение методов количественной оценки случайных событий и величин, формирование умений содержательно интерпретировать полученные результаты.

Кроме того, в ходе изучения дисциплины ставятся задачи научить студентов:

- ◆- методологии анализа основных тенденций и закономерностей в развитии природных явлений и процессов;
- ◆- методологии моделирования тенденций развития явлений и процессов;
- ◆- статистическому анализу, моделированию и прогнозированию периодических колебаний в природных процессах;
- ◆- анализу временных рядов и прогнозированию;
- ◆- методике прогнозирования на основе одномерных и многомерных временных рядов;
- ◆- методам эвристического прогнозирования;
- ◆- методикам прогнозирования, прогнозирования в разных областях человеческого знания;
- ◆- изучать самостоятельно научную и учебно-методическую литературу по анализу временных рядов и прогнозированию и уметь составлять критические обзоры опубликованных работ;
- ◆- использовать в своей деятельности современные статистико-математические методы и модели.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.ДВ.1 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 050100.62 Педагогическое образование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина направлена на развитие представлений у студентов о направлениях развития статистико-математических методов и моделей; о методах и моделях динамики природных явлений и процессов; о предпосылках и условиях реализации статистических методов прогнозирования; о возможных областях применения статистико-математических методов и моделей при исследовании разнообразных природных явлений и процессов.

Курс требует предварительного изучения: теории вероятностей; линейной алгебры и 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)	владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность логически верно выстраивать устную и письменную речь
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладанием мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	владение основами речевой профессиональной культуры
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность нести ответственность за результаты своей профессиональной деятельности
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способность к подготовке и редактированию текстов профессионального и социально значимого содержания
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать и реализовывать учебные программы базовых и элективных курсов в различных образовательных учреждениях
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития личности обучающихся
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовность применять современные методики и технологии, методы диагностирования достижений обучающихся для обеспечения качества учебно- воспитательного процесса
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью осуществлять педагогическое сопровождение процессов социализации и профессионального самоопределения обучающихся, подготовки их к сознательному выбору профессии
СК-2	умение применять полученные знания в области теоретической физики

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные термины и понятия дискретных вычислений;
- существующие статистико-математические методы и модели, применяемые при анализе, расчете и прогнозировании показателей, представленных временными рядами;
- основные принципы статистического моделирования;
- границы возможностей, предпосылки и области применения статистико-математических методов при построении статистических моделей прогноза и обеспеченность их программными средствами;
- методику сбора и анализа статистической информации, необходимой для разработки статистических моделей;
- принципы расчета динамических характеристик систем, основы построения и эксплуатации систем дискретного имитационного моделирования.

2. должен уметь:

- проводить формальное описание процесса функционирования сложных систем и протекающих в них процессов, проводить имитационные эксперименты;
- осуществлять постановку задач при разработке статистических моделей, отражающих в динамике структуру, взаимосвязь сложных природных явлений и процессов, и на их основе построение моделей прогноза, оценку их качества, точности и надежности;
- анализировать и прогнозировать, с использованием статистических моделей, конкретные природные явления и процессы.

3. должен владеть:

- навыками решения реальных задач анализа, диагностики и прогнозирования, встречающихся в различных областях человеческого знания, на базе современных пакетов прикладных программ.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Физика открытых систем (вводные замечания).	8	1	4	2	0	Устный опрос Презентация Научный доклад
2.	Тема 2. Критерии упорядоченности в открытых системах. Энтропия и информация открытых систем.	8	2	4	4	0	Устный опрос Презентация Научный доклад
3.	Тема 3. Геометрия и физика фракталов. Фракталы как структуры.	8	3	4	4	0	Устный опрос Научный доклад Презентация

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Классификация структур (паттернов). Определения и примеры.	8	4	4	4	0	Устный опрос Научный доклад Презентация
5.	Тема 5. Базовые модели теории самоорганизации.	8	5	4	4	0	Устный опрос Научный доклад Презентация
6.	Тема 6. Аксиоматические модели активных сред. Автоволны.	8	6	4	4	0	Устный опрос Научный доклад Презентация
7.	Тема 7. Примеры самоорганизации и образования сетевых структур в социальных, общественных и техногенных системах.	8	7	4	4	0	Письменное домашнее задание Отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			28	26	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Физика открытых систем (вводные замечания).

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Сложные системы.

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

Физика сложных систем.

##### Тема 2. Критерии упорядоченности в открытых системах. Энтропия и информация открытых систем.

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Критерии упорядоченности в открытых системах.

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

Энтропия и информация открытых систем.

##### Тема 3. Геометрия и физика фракталов. Фракталы как структуры.

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Геометрия и физика фракталов.

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

Фракталы как структуры.

##### Тема 4. Классификация структур (паттернов). Определения и примеры.

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Классификация структур (паттернов).

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

Определения и примеры структур (паттернов).

**Тема 5. Базовые модели теории самоорганизации.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Теория самоорганизации.

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

Базовые модели теории самоорганизации.

**Тема 6. Аксиоматические модели активных сред. Автоволны.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Аксиоматические модели активных сред.

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

Автоволны.

**Тема 7. Примеры самоорганизации и образования сетевых структур в социальных, общественных и техногенных системах.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Примеры самоорганизации и образования сетевых структур в природных системах.

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

Примеры самоорганизации и образования сетевых структур в социальных, общественных и техногенных системах.

**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. Физика открытых систем (вводные замечания).	8	1	подготовка к научному докладу	3	научный доклад
				подготовка к презентации	2	презентация
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Критерии упорядоченности в открытых системах. Энтропия и информация открытых систем.	8	2	подготовка к научному докладу	3	научный доклад
				подготовка к презентации	2	презентация
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Геометрия и физика фракталов. Фракталы как структуры.	8	3	подготовка к научному докладу	3	научный доклад
				подготовка к презентации	2	презентация
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Классификация структур (паттернов). Определения и примеры.	8	4	подготовка к научному докладу	3	научный доклад
				подготовка к презентации	2	презентация
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
5.	Тема 5. Базовые модели теории самоорганизации.	8	5	подготовка к научному докладу	3	научный доклад
				подготовка к презентации	2	презентация
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
6.	Тема 6. Аксиоматические модели активных сред. Автоволны.	8	6	подготовка к научному докладу	3	научный доклад
				подготовка к презентации	2	презентация
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
7.	Тема 7. Примеры самоорганизации и образования сетевых структур в социальных, общественных и техногенных системах.	8	7	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к отчету	4	отчет
Итого					54	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины 'Моделирование сложных систем' предполагает использование как традиционных (лекции), так и новых образовательных технологий с применением в образовательном процессе интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда 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 'Моделирование сложных систем' необходимо использовать не только различные печатные издания (см. перечень основной и дополнительной литературы), но и возможности мультимедийных средств обучения. В частности, представление некоторых лекций осуществляется преподавателем в виде презентаций. Так как предлагаемая учебная дисциплина раскрывает основные понятия и положения нового междисциплинарного направления необходимо активное использование различных современных информационных источников, к примеру, Веб-сайтов, электронных библиотек по физике сложных систем.

Реализация самостоятельной работы студентов должна осуществляться в виде знакомства с возможностями среды MATLAB, построения численных алгоритмов анализа экспериментальных временных серий сложных систем. Часть лекционных занятий отводится для контроля самостоятельной работы студентов. Контроль осуществляется в виде защиты докладов по актуальным проблемам физики сложных систем. Рекомендуется представление докладов в виде презентаций или в виде рефератов с наглядными и иллюстративными материалами.

В дополнение к лекционному материалу студентам рекомендуется осваивать различные современные информационные источники, отражающие современное состояние физики сложных систем, к примеру, веб - сайты, электронные библиотеки, интернет - энциклопедии и словари и т.п.

**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'.

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

### **Тема 1. Физика открытых систем (вводные замечания).**

научный доклад , примерные вопросы:

Чарльз Дарвин и Людвиг Больцман: путь к физике открытых систем. Диссипативные структуры Ильи Пригожина. Сложность открытых систем и синергетика.

презентация , примерные вопросы:

Хаос и порядок. Самоорганизация. Эволюция. Роль энтропии в открытых системах.

устный опрос , примерные вопросы:

Неравновесные фазовые переходы и условия образования диссипативных структур.

Динамический хаос и его конструктивная роль. Динамическое и статистическое описание сложных движений.

### **Тема 2. Критерии упорядоченности в открытых системах. Энтропия и информация открытых систем.**

научный доклад , примерные вопросы:

Энтропия Больцмана. Функционал Ляпунова. Энтропия и теорема Гиббса.

презентация , примерные вопросы:

Информация Шеннона. Информация открытых систем. Закон сохранения суммы информации и энтропии.

устный опрос , примерные вопросы:

S-теорема. Методы определения степени упорядоченности в открытых системах. Энтропия Реньи.

### **Тема 3. Геометрия и физика фракталов. Фракталы как структуры.**

научный доклад , примерные вопросы:

Размерность Хаусдорфа. Примеры: кривая Коха и множество Кантора.

презентация , примерные вопросы:

Подобие и скейлинг фракталов. Размерность подобия фракталов. Другие размерности: энтропийная размерность, размерность Реньи и ее разновидности.

устный опрос , примерные вопросы:

Множество Мандельброта. Природные фракталы.

### **Тема 4. Классификация структур (паттернов). Определения и примеры.**

научный доклад , примерные вопросы:

Паттерны - это структуры, которые можно классифицировать подобно колебаниям. Свободные паттерны. Вынужденные паттерны.

презентация , примерные вопросы:

Автопаттерны (статические, стационарные, динамические).

устный опрос , примерные вопросы:

Примеры паттернов и их ансамблей (вихри в идеальных течениях жидкости, дымовые кольца, кольцевые конвективные валы в цилиндрическом контейнере, ячейки Бенара, рябь Фарадея, цепочки вихрей Тейлора в течении Куэтта и др.). О распределенных автоколебательных системах.

### **Тема 5. Базовые модели теории самоорганизации.**

научный доклад , примерные вопросы:

Нелинейное уравнение диффузии (уравнение КПП). Структуры Тьюринга. Брюсселятор - важная методическая модель в теории самоорганизации.

презентация , примерные вопросы:

Модель Гирера-Мейнхарда и проблема морфогенеза. Аксиоматические модели активных сред.

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнение Гинзбурга-Ландау - эталонная модель распределенной автоколебательной среды, демонстрирующей пространственно-временной хаос.

### **Тема 6. Аксиоматические модели активных сред. Автоволны.**

научный доклад , примерные вопросы:

Аксиоматика модели: возбуждение, рефрактерный период и покой. "Возбудимая среда" Винера и Розенблюта.

презентация , примерные вопросы:

Применение аксиоматических моделей для анализа режимов работы сердечной мышцы (патологические режимы, фибрилляции).

устный опрос , примерные вопросы:

Ревербератор - спиральная автоволна. Ведущий центр - источник концентрически расходящихся автоволн. Клеточные автоматы и решеточные газы. Игра "Жизнь".

### **Тема 7. Примеры самоорганизации и образования сетевых структур в социальных, общественных и техногенных системах.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнение домашнего задания в рамках тем: Примеры формирования и развития структур в социальных, общественных и техногенных системах. Основные понятия теории сетей. Основные характеристики сетей сложной топологии. Типы сетей.

отчет , примерные вопросы:

Подготовка отчета по итогам работы в семестре.

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

Примерные вопросы к зачету:

Примерная тематика зачетных вопросов к дисциплине:

1. Физика открытых систем. Сложность открытых систем и синергетика.
2. Динамический хаос и его конструктивная роль. Динамическое и статистическое описание сложных движений.
3. Критерии упорядоченности в открытых системах. Энтропия и информация открытых систем.
4. Геометрия и физика фракталов. Фракталы как структуры.
5. Классификация структур (паттернов). Определения и примеры.
6. Базовые модели теории самоорганизации.
7. Аксиоматические модели активных сред. Автоволны.
8. Клеточные автоматы и решеточные газы. Игра "Жизнь".
9. Примеры самоорганизации и образования сетевых структур в социальных, общественных и техногенных системах.

## 10. Основные понятия теории сетей. Типы сетей.

### 7.1. Основная литература:

1. Борисевич, А. В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. - М.: Инфра-М, 2014. - 200 с. - ISBN 978-5-16-101828-6 (online).

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=470329>

2. Плохотников, К. Э. Базовые разделы математики для бакалавров в среде MATLAB [Электронный ресурс] / К. Э. Плохотников. - М.: Инфра-М; Вузовский Учебник; Znanium.com, 2014. - 571 с. - ISBN 978-5-16-102366-2 (online).

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=496199>

3. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 336 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0333-9, 2000 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=370603>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB/ЩетининЮ.И. - Новосиб.: НГТУ, 2011. - 115 с.: ISBN 978-5-7782-1807-9

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548133>

2. Высокоуровневые методы программирования. Язык программирования MatLab. Часть 1: учебник / Н.Е. Галушкин. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2011. - 182 с. ISBN 978-5-9275-0810-5

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550402>

3. Гринев, А. Ю. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гринев, Е. В. Ильин. - М.: Логос, 2012. - 176 с. - ISBN 978-5-98704-700-2.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468451>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Данный Интернет-ресурс содержит 62 наименования электронных книг по нелинейной динамике (теории динамического хаоса, синергетике, теории нелинейных колебаний и волн и т.д.). - <http://www.scintific.narod.ru/nlib/>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам. - <http://window.edu.ru/>

Курс лекций по теории хаоса - <http://fizmatlit.narod.ru/webrary/kuzn/kuzn.htm>

Поиск книг - <http://www.poiskknig.ru/>

Что такое фракталы? - <http://www.kv.by/index1997192001.htm>

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

Освоение дисциплины "Моделирование 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 "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 дисциплине "Моделирование 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 050100.62 "Педагогическое образование" и профилю подготовки Физика и информатика .

Автор(ы):

Демин С.А. \_\_\_\_\_

Панищев О.Ю. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Хуснутдинов Р.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.