**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования**

**"Национальный исследовательский университет**

**"Высшая школа экономики"**

**Департамент Прикладной математики МИЭМ ВШЭ**

Программа дисциплины "**Моделирование систем и процессов**"

для направления подготовки бакалавра

**02.03.02 "** Фундаментальная информатика и информационные технологии**"**

Автор программы:

Зотов Л.В.., доцент, tempus@sai.msu.ru

Одобрена на заседании департамента Прикладной математики «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.

Руководитель департамента Белов А. В\_\_\_\_\_\_\_\_

Рекомендована Академическим советом образовательной программы

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г., № протокола\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Утверждена «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.

Академический руководитель образовательной программы Аксенов С.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Москва, 2015

*Настоящая программа не может быть использована другими вузами без разрешения разработчика программы.*

# Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» подготовки бакалавров, изучающих дисциплину «Моделирование систем и процессов».

Программа разработана в соответствии с:

- ФГОС;

- Образовательной программой 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» подготовки бакалавров.

- Рабочим учебным планом университета по направлению

# Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель**

Цель преподавания дисциплины «Моделирование систем и процессов» – познакомить студентов с современными моделями сложных систем и процессов. С проблемами, которые встают в информационную эпоху. С моделями климата, океана, атмосферы, систем Земли. Процессов, происходящих на ней и в ближнем космосе.

Содержание курса подчинено требованиям подготовки бакалавров информационных технологий, специализирующихся в области программирования, проектирования информационных систем, исследования информационных и природных процессов.

Курс дает возможность слушателям дисциплины, успешно завершившим обучение, ориентироваться в вопросах информационной этики.

**Задачи**

1. Дать представление о моделировании процессов
2. Дать представление о случайных процессах и методах их моделирования
3. Познакомить с современными моделями климата
4. Научить слушателей не теряться перед сложными системами.
5. Дать представление о сложных системах, моделируемых современными математическими методами.

# Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

· Знать, иметь представление о:

* Математических моделях сложных систем
* Моделировании случайных процессов
* вопросах применения моделей сложных систем в экономике и моделировании систем Земли

· Уметь:

* не потеряться перед современными моделями сложных систем
* самостоятельно уметь конструировать такие модели

· Приобрести первоначальный опыт:

* чтения литературы по сложным системам
* анализа структуры систем

# Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к базовой части профессионального цикла.

Изучение данной дисциплины базируется и само формирует понимание следующих дисциплин:

 теория вероятностей и математическая статистика

 интеллектуальные системы

 теория случайных процессов

 моделирование систем и процессов

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями:

 понимание концепций и абстракций, способность к анализу моделей

 понимание концепций и основных законов естествознания.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции

| **Компетенция** | **Код по ФГОС/ НИУ** | **Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)** | **Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции** |
| --- | --- | --- | --- |
| Способность критически переосмыслять накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | ОК-8 | Демонстрирует умение структурировать проблемное пространство. Оценивает и выбирает альтернативы. | Групповые дискуссии и проекты, анализ деловых ситуаций на основе кейс-метода. |
| Способность использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | ОК-10 | Владеет:   * методами реферирования текстов; * математическим аппаратом * текстологическими методами извлечения знаний   Демонстрирует умение:   * слушать и задавать вопросы; * структурировать информацию; * формировать экспертную оценку реальных управленческих ситуаций. | Семинарские занятия, технология критического мышления, проектная деятельность, дискуссионные технологии, практические занятия. |
| Способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы | ПК-13 | Демонстрирует умение оценивать:   * надежность (авторитет) информационного источника; * достоверность (гарантию подлинности документной фиксации);   Демонстрирует умение формировать формы организации баз данных. | Групповые дискуссии и проекты, дискуссионные технологии, разбор деловых ситуаций на основе кейс-метода. |
| Понимание концепций и основных законов естествознания, в частности, физики | ПК-16. | Демонстрирует   * владение методами представления полученных аналитических материалов для лиц принимающих решения; * умение систематизации и классификации объектов в информационных системах и средах; * умение готовить предложения по совершенствованию системы управления на уровне своего образовательного учреждения. | Групповые дискуссии и проекты, разработка собственных продуктов для публичного обсуждения, самостоятельная работа в межсессионный период, самостоятельная работа в дистанционном режиме. |
| Способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной | УК-1 | Владеет основными понятиями киберэтики. Осваивает на основе полученных знаний новую информацию по тематике социальных и этических вопросов информационных технологий | Посещение лекций и семинаров, работа на семинарах, самостоятельная работа с материалами лекций |

# Тематический план учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название раздела | Всего | Аудиторные часы | | Самостоятельная работа |
| Лекции | Семинары |
| 1 | Случайные процессы | 25 | 4 | 4 | 16 |
| 2 | Авторегрессия | 25 | 4 | 4 | 16 |
| 3 | Формирующий фильтр | 25 | 4 | 4 | 16 |
| 4 | Сложные системы | 25 | 4 | 4 | 16 |
| 5 | Монте-Карло моделирование | 25 | 4 | 4 | 16 |
| 6 | Метод наименьших квадратов | 25 | 4 | 4 | 16 |
| 7 | Климатические модели | 25 | 4 | 4 | 18 |
| 8 | Некоторые математические модели в экономике | 25 | 4 | 4 | 18 |
| 9 | Статистические методы оценивания | 25 | 4 | 4 | 18 |
| 10 | Некоторые процессы в геофизике | 28 | 6 | 6 | 18 |
|  | Итого | 252 | 42 | 42 | 168 |

# Формы контроля знаний студентов (4 курс)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип контроля | Форма контроля | модули | | Параметры |
| 3  модуль | 4  модуль |
| Текущий | Контрольная работа | 5-7 неделя |  | Написание студентами контрольной работы и теста. |
| Промежуточный |  |  | \* | Очно не проводится. Оценка равна накопленной по итогам текущего контроля |
| Итоговый | экзамен |  | \* | Устный экзамен по билетам (30 мин на подготовку) |

# Критерии оценки знаний, навыков и порядок формирования оценок по дисциплине

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Преподаватель оценивает работу студентов на семинарских занятиях: активность студентов в работе на семинарах, дискуссиях, правильность решения задач на практических занятиях. Оценки за работу на семинарских и практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за работу на семинарских и практических занятиях определяется перед промежуточным или итоговым контролем - Оауд.

По результатам написания контрольно работы выставляется отметка КР1.

По результатам аудиторных и семинарских занятий выставляется накопленная отметка

Онакопленная=0,5· Оауд. +0.5· КР1

Студенты, имеющие Онакопленная не менее 4 допускаются к итоговому экзамену, за который получают отметку Оэкз

Итоговой отметкой по дисциплине является

Оитоговая= 0.4\*Оэкз +0.6 Онакопленная

Способ округления итоговой и всех промежуточных отметок: арифметический.

На пересдаче студенту не предоставляется возможность получить дополнительный балл для компенсации оценки за текущий контроль.

На зачете студент может получить дополнительный вопрос из любого раздела курса, в случае, если его аудиторная активность была неудовлетворительной (Оауд<=4).

# Содержание дисциплины

|  |  |
| --- | --- |
| Название раздела/темы | Количество аудиторных часов (часов самостоятельной работы) |
| 3 модуль | |
| Раздел 1. Случайные процессы | 4+4(16) |
| 1. Понятия о случайных процессах 2. Свойства стационарности и эргодичности |  |
| *Литература и источники:*   * C. Карлин Основы теории случайных процессов   М. Мир 1971 |  |
| Раздел 2. Авторегрессия | 4+4(16) |
| 1. Модель АРСС. 2. Спектральные и корреляционные свойства. |  |
| *Литература и источники:*   * Е.П. Чуханов. Прогнозирование эконометрических временных рядов. Финансы и статистика 2008 |  |
| Раздел 3. Формирующий фильтр | 4+4(16) |
| 1. Белый шум и броуновское движение 2. Понятие о формирующем фильтре |  |
| *Литература и источники:*   * Л.В. Зотов, Теория фильтрации и обработка временных рядов. М. МГУ, 2010 * Коноплев, Хохлова, Денисов Информационные технологии, М. Проспект, 2008 |  |
| Раздел 4. Сложные системы | 4+4(16) |
| 1. Нейронные сети. 2. Примеры сложных систем. 3. Сингулярный спектральный анализ |  |
| *Литература и источники:*   * С. Хайкин Нейронные сети, полный курс * Л.В. Зотов, Теория фильтрации и обработка временных рядов. М. МГУ, 2010 |  |
| Раздел 5. Монте-Карло моделирование | 4+4(16) |
| 1. Алгоритм Метрополиса 2. Популяционные алгоритмы. 3. Метод Гиббса |  |
| *Литература и источники:*   * Paul Atzberger, The Monte Carlo Method * Matthe Richey. The Evolution of Markov Chain Monte Carlo Methods |  |
| **4 модуль** | |
| Раздел 6. Метод наименьших квадратов | 4+4(16) |
| 1. Постановка задачи 2. Оценивание параметров 3. Применения МНК |  |
| *Литература и источники:*  Пантелеев В.Л*.* Математическая обработка наблюдений М. МГУ 2006. |  |
| Раздел 7. Климатические модели | 4+4(18) |
| 1. Моделирование климата на суперкомпьютерах 2. ECMWF и прогнозирование погоды 3. Модель океана ECCO |  |
| *Литература и источники:*   Дымников В.П., Лыкосов В.Н**.**, Володин Е.М. Моделирование климата и его изменений: современные проблемы. – Вестник РАН, 2012, т. 82, № 3, с. 227 – 236.   [Степаненко В.М.](https://istina.msu.ru/workers/437164/), [Глазунов А.В.](https://istina.msu.ru/workers/1201234/), [Микушин Д.Н.](https://istina.msu.ru/workers/479278/), [Лыкосов В.Н.](https://istina.msu.ru/workers/390874/) Суперкомпьютерное моделирование климатических процессов. МГУ   В. А. Садовничий Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности МГУ, 2009   М. А. Толстых, Р. А. Ибраев и др.; Предисл.: В. А. Садовничий [Модели глобальной атмосферы и Мирового океана: алгоритмы и суперкомпьютерные технологии: МГУ](http://msupublishing.ru/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=758&category_id=161&option=com_virtuemart&Itemid=100034) 2013 |  |
| Раздел 8. Некоторые математические модели в экономике | 4+4(18) |
| 1. Информация по Хартли 2. Информация по Шеннону 3. Энтропия |  |
| *Литература и источники:*  1 Багриновский, Матюшок, Экономико-математические методы и модели, РУДН 2009  2. В.Л. Пантелеев Математические методы обработки наблюдений, курс лекций МГУ 2010.  3. Кендалл, Стьюарт Статистические выводы и связи М. Наука 1973  4. Freedman [Statistical Models Theory And Practice](https://www.google.com/url?sa=t&q=&url=http://www.realrecreationusa.com/p/Statistical-Models-Theory-And-Practice-95872894.html&usg=AFQjCNFunEr1P5bq3_LpT8HdEtn6vWcVeQ&ved=0CHEQwitqFQoTCJuKvLKesMgCFQVdGgodItAMcQ&ei=af8UVtuxPIW6aaKgs4gH), Cabridge Univ. press |  |
| Раздел 9. Статистические методы оценивания | 4+4(18) |
| Метод максимального правдоподобия  Метод максимума энтропии  Интервальное оценивание параметров |  |
| *Литература и источники:*   * Пантелеев В.Л*.* Математическая обработка наблюдений М. МГУ 2006.Р. Пенроуз Циклы времени. М. Бином 2014 * Кендалл, Стьюарт Статистические выводы и связи М. Наука 1973 * Дженкинс, Ваттс Спектральный анализ и его приложений 1,2. М. Мир 1971 |  |
| Раздел 10. Некоторые процессы в геофизике | 6+6(18) |
| Временные ряды в геофизике  Моделирование и взаимодействие оболочек Земли |  |
| *Литература и источники:*   * В.Л. Пантелеев Геофизика и физика планет. М. МГУ * Журнал Земля и Вселенная N 3 2015 |  |

# Образовательные технологии

В преподавании дисциплины используется сочетание различных форм информационной работы (интерактивные лекции, групповые дискуссии, разбор конкретных ситуаций) и деятельностных форм обучения (адаптационный тренинг, командная проектная работа и т.п.). В целом деятельностные формы преобладают в организации самостоятельной работы и текущем контроле. Развитие компетенций студентов обеспечивается практической востребованностью той информации, которая предлагается на лекциях, и заданиями для самоподготовки, которые имеют конкретный практический результат, необходимый в повседневной работе.

# Рекомендуемые ресурсы

1. Дымников В.П., Лыкосов В.Н**.**, Володин Е.М. Моделирование климата и его изменений: современные проблемы. – Вестник РАН, 2012, т. 82, № 3, с. 227 – 236.
2. [Степаненко В.М.](https://istina.msu.ru/workers/437164/), [Глазунов А.В.](https://istina.msu.ru/workers/1201234/), [Микушин Д.Н.](https://istina.msu.ru/workers/479278/), [Лыкосов В.Н.](https://istina.msu.ru/workers/390874/) Суперкомпьютерное моделирование климатических процессов. МГУ
3. В. А. Садовничий Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности МГУ, 2009
4. М. А. Толстых, Р. А. Ибраев и др.; Предисл.: В. А. Садовничий [Модели глобальной атмосферы и Мирового океана: алгоритмы и суперкомпьютерные технологии: МГУ](http://msupublishing.ru/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=758&category_id=161&option=com_virtuemart&Itemid=100034) 2013
5. Paul Atzberger, The Monte Carlo Method
6. С. Хайкин Нейронные сети, полный курс
7. Л.В. Зотов, Теория фильтрации и обработка временных рядов. М. МГУ, 2010
8. C. Карлин Основы теории случайных процессов М. Мир 1971
9. Matthe Richey. The Evolution of Markov Chain Monte Carlo Methods Пантелеев В.Л*.* Математическая обработка наблюдений М. МГУ 2006.Р. Пенроуз Циклы времени. М. Бином 2014
10. Кендалл, Стьюарт Статистические выводы и связи М. Наука 1973
11. Дженкинс, Ваттс Спектральный анализ и его приложений 1,2. М. Мир 1971
12. Багриновский, Матюшок, Экономико-математические методы и модели, РУДН 2009
13. В.Л. Пантелеев Математические методы обработки наблюдений, курс лекций МГУ 2010.
14. Кендалл, Стьюарт Статистические выводы и связи М. Наука 1973
15. Freedman [Statistical Models Theory And Practice](https://www.google.com/url?sa=t&q=&url=http://www.realrecreationusa.com/p/Statistical-Models-Theory-And-Practice-95872894.html&usg=AFQjCNFunEr1P5bq3_LpT8HdEtn6vWcVeQ&ved=0CHEQwitqFQoTCJuKvLKesMgCFQVdGgodItAMcQ&ei=af8UVtuxPIW6aaKgs4gH), Cabridge Univ. press
16. В.Л. Пантелеев Геофизика и физика планет. М. МГУ
17. Журнал Земля и Вселенная N 3 2015
18. Коноплев, Хохлова, Денисов Информационные технологии, М. Проспект, 2008
19. Е.П. Чуханов. Прогнозирование эконометрических временных рядов. Финансы и статистика 2008