

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 13.10.2023 15:36:10  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b44cc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:  
Руководитель ООП:  
Смирнов Н.А. Семькина  
« 9 » 06 2023 г.

**Модели управляемых систем**  
Специальность  
**10.05.01 Компьютерная безопасность**

Специализация  
**Математические методы защиты информации**

Для студентов 5 курса очной формы обучения

Составитель: Андреева д.ф.м.н., профессор Е.А.Андреева

Тверь 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом**

«Модели управляемых систем».

### **2. Цели и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является изучение методов исследования и способов построения математических моделей, имеющих обширные приложения в информационной безопасности, компьютерной безопасности, экономики, экологии, технике и других сферах. Рассматриваемые модели формализуются как дискретные и непрерывные задачи, описываемые системами обыкновенных дифференциальных уравнений, системами дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом, системами интегро-дифференциальных уравнений и др. В курсе изучаются методы анализа и синтеза сложных систем.

Описание различных типов моделей и их приложений; изучение способов исследования моделей на основе фундаментальных теорем и методов теории устойчивости динамических систем и теории оптимального управления; рассмотрение примеров статистических и динамических моделей в экономике, экологии, медицине и теории искусственных нейронных сетей и т.д.; применение различных численных методов и алгоритмов для построения приближенного решения и анализа результатов моделирования; изучение эконометрических методов обработки статистических данных.

#### ***Задачи дисциплины***

- приобретение знаний о моделировании процессов управления;
- изучение математических моделей в компьютерной информационной безопасности;
- приобретение практических навыков построения и исследования математических моделей ИНС.
- изучение современных моделей управляемых систем, принципов их построения и методов исследования;
- изучение моделей ИНС и их применение в информационной безопасности;
- приобретение практических навыков исследования моделей и оптимизации параметров моделей использование ПО для исследования ИНС.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к числу дисциплин базовой части.

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы студент владел знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения дисциплин:

«Информатика» - работа с программными средствами общего назначения;

«Языки программирования» - знание одного из языков программирования высокого уровня;

«Математический анализ» - знание основных положений теории пределов функций, теории числовых и функциональных рядов;

«Теория вероятностей и математическая статистика» - основные понятия, виды распределений;

«Дискретная математика» - основные понятия и методы дискретной математики, включая дискретные функции, конечные автоматы, комбинаторный анализ и теорию графов;

«Дифференциальные уравнения» - знание и умение решать дифференциальные уравнения;

«Численные методы» - умение использовать численные методы для разработки алгоритмов.

#### **4. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы – 144 часа. Лекции 36 часов, практические занятия 36 часов, самостоятельная работа 36 часов, контроль 36 часов.

#### **5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

**ОПК-3** – способностью понимать значение информации в развитии современного общества, применять достижения информационных технологий для поиска и обработки информации по профилю деятельности в глобальных компьютерных сетях, библиотечных фондах и в иных источниках информации.

**Владеть:** навыками поиска и обработки информации по профилю деятельности.

**Уметь:** уметь работать с информацией из различных источников для решения профессиональных задач.

**Знать:** способы поиска и обработки информации по профилю деятельности.

**ПК-1.** способностью осуществлять подбор, изучение и обобщение научно-технической информации, методических материалов отечественного и зарубежного опыта по проблемам компьютерной безопасности, а также нормативных правовых актов в сфере профессиональной деятельности

**Владеть:** методами математического моделирования; методами построения и исследования математических моделей в области защиты информации.

**Уметь:** производить формализацию предметной области с целью создания информационно-аналитической системы (ИАС); решать основные типы оптимизационных задач.

**Знать:** назначение и классификацию информационных и аналитических систем, систем управления; методологические основы, методы и средства математического моделирования.

**ПК-2.** Способностью участвовать в теоретических и экспериментальных научно-исследовательских работах по оценке защищенности информации в компьютерных системах, составлять научные отчеты, обзоры по результатам выполнения исследований

**Владеть:** навыками сбора и обобщения экспериментальных данных.

**Уметь:** составлять научные отчеты и проводить обзоры научно-исследовательских работ по защите информации в компьютерных системах.

**Знать:** методы проведения экспериментальных научно-исследовательских работ.

**ПСК-2.3.** способностью строить математические модели для оценки безопасности компьютерных систем и анализировать компоненты системы безопасности с использованием современных математических методов

**Владеть:** навыками использования моделей управляемых систем для решения профессиональных задач.

**Уметь:** разрабатывать алгоритмы построения моделей для различных приложений.

**Знать:** основные принципы и методы построения математических моделей, описывающих динамические управляемые системы.

## 6. Формы промежуточной аттестации.

Занятия для студентов очной формы обучения проводятся в 1 семестре 5 курса и заканчиваются экзаменом.

## 7. Язык преподавания русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

### 1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самос тояте льная работ а (час.)	Конт роль
		Лекци и	Практиче ские (лаборато рные) занятия		

1. Основные понятия математического моделирования. Статистические и динамические модели. Классификация компьютерных моделей.	8	2	2	2	2
2. Принципы и закономерности исследования систем. Модель как источник информации. Примеры непрерывных и дискретных моделей, детерминированных и вероятностных.	8	2	2	2	2
3. Особенности управляемых моделей. Принципы самоорганизации.	6	2	2	2	2
4. Моделирование непрерывных и дискретных систем. Модель Лотки-Вольтерра	6	2	2	2	2
5. Основные понятия теории систем. Структурное и функциональное представление систем. Современная методология моделирования.	6	2	2	2	2
6. Иерархическое представление, декомпозиция систем, прямая и обратная связи.	6	2	2	2	2
7. Системы, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями, системы запаздывания.	6	2	2	2	2
8. Линейные и линейно-квадратичные управляемые системы.	6	2	2	2	2

9. Исследования модели «Хищник-Жертва» Лотки-Вольтерра. Управление WEB-сайтом.	6	2	2	2	2
10. Математические модели информационного противоборства.	6	2	2	2	2
11. Принцип построения и анализ нейронных сетей. Биологический нейрон, формальный нейрон.	6	2	2	2	2
12. Обучение нейронных сетей с учителем, без учителя, метод минимизации ошибки.	6	2	2	2	2
13. Математическое моделирование искусственных нейронных сетей. Экспертно-нейросетевая система автоматического управления.	12	4	4	4	4
14. Применение нейронных сетей в задачах распознавания образов.	6	2	2	2	2
15. Применение нейронных сетей в задачах прогнозирования временных рядов.	6	2	2	2	2
16. Применение нейронных сетей в информационной безопасности и компьютерной безопасности.	12	4	4	4	4
Итого:	144	36	36	36	36

### **III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

#### **Список литературы**

##### **а) Основная литература**

Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Дифференциальные, дискретные и цифровые модели динамических систем : учебное пособие / М. П. Трухин ; под научной редакцией С. В. Поршнева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3792-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206774>

Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Сетевые модели : учебное пособие / М. П. Трухин ; под редакцией В. Э. Иванова. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 204 с. — ISBN 978-5-7996-2503-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107064.html>

б) Дополнительная литература:

Глухов Д.О. Моделирование систем управления : практикум / Глухов Д.О., Петухов И.В.. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. — 84 с. — ISBN 978-5-8158-1546-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75437.html>

Губарь Ю.В. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / Губарь Ю.В.. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-0865-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/101993.html>

Миронова, Л.И. Моделирование динамических процессов в существенно нелинейных системах : монография / Миронова Л.И., Кондратенко Л.А. — Москва : Русайнс, 2021. — 225 с. — ISBN 978-5-4365-6679-5. — URL: <https://book.ru/book/939949>.

Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / под ред. В.Н.Волковой, В.Н.Козлова; ЭБС Юрайт. — М.: Юрайт, 2017. — 450 с. — (Бакалавр. Академический курс). — Режим доступа: <https://www.biblioonline.ru/viewer/E7D370B9-3C64-4A0F-AF1B-F6BD0EEEEBCD0#page/1>.

#### **IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

##### **Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК 3, ПСК – 2.3.**

<b>Этап формирования компетенции, в</b>	<b>Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков</b>	<b>Показатели и критерии оценивания</b>
---	---	---

котором участвует дисциплина	(2-3 примера)	компетенции, шкала оценивания
<b>Владеть</b>	<p>Рассмотреть двухслойный перцептрон. Определить весовые коэффициенты. Решить для различных функций активации. В поставленных задачах определить оптимальные весовые коэффициенты. Модель 1, Модель 2, Модель 3.</p> <p>Провести анализ решений, исследовать их на оптимальность.</p> <p>Математическими методами исследования динамических систем и исследовать устойчивость решения.</p> <p>Владеть методами построения дискретных, непрерывных и стохастических моделей.</p>	<p>Задача решена полностью – 5 баллов. Задача решена частично- 3 балла. Задача не решена – 0 баллов.</p> <p>В задаче определены оптимальные параметры, решения получены в зависимости от параметров задачи. Все решения задачи получены и проанализированы с применением методов теории устойчивости.</p> <p>Проведена полная оценка решений задачи с точки зрения критериев устойчивости.</p>
<b>Уметь</b>	<p>Изучить динамическую нейронную сеть Исследовать динамические модели 1-5 стр.</p> <p>Изучить влияние функции активации и параметров</p>	<p>Задача решена полностью – 5 баллов. Задача решена частично- 3 балла. Задача не решена – 0 баллов.</p>



	<p>ИНС на выбор весовых коэффициентов. Разработать алгоритм построения решения.</p> <p>Построить нейронную сеть, решающую поставленную задачу. Определить количество слоев, число элементов в каждом слое и функцию активации.</p>	<p>Задача решена для различных функций активации – 5 баллов. Задача решена не полностью – 3 балла. Задача не решена – 0 баллов.</p> <p>Нейронная сеть построена, имеет оптимальную структуру – 5 баллов. Задача решена частично – 3 балла. Задача не решена – 0 баллов.</p> <p>Уметь применять методы теории дифференциальных уравнений, теории устойчивости, численные методы для анализа математических моделей.</p>
<p><b>Знать</b></p>	<p>1). Модели процесса погашения инфекционного заболевания. Определить тип модели. 2). Построить дискретную аппроксимацию. 3). Провести линеаризацию задачи и исследовать ее на устойчивость решения.</p> <p>Задача об оптимальном</p>	

	<p>использовании природных ресурсов. Рассмотреть модели управления процессом рыбной ловли. Рассмотреть модель «Хищник-Жертва» Лотки-Вольтерра. Исследовать устойчивость решений при заданных параметрах задачи.</p>	<p>Знать методы теории дифференциальных уравнений, теории устойчивости, численные методы для анализа математических моделей.</p>
--	---	--

**Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК 1, 2.**

<b>Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина</b>	<b>Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)</b>	<b>Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания</b>
<b>Владеть</b>	<p>Постановка задачи, физический смысл математической модели, область изменения параметров модели. Модели информационной борьбы.</p>	<p>Необходимо правильно применять математический аппарат теории устойчивости, аппроксимации исходной задачи с помощью дискретной задачи.</p>

	<p>Анализ динамической модели, влияние параметров задачи на устойчивость решения. Определение положения равновесия системы, фазовые характеристики системы.</p>	<p>Провести линеаризацию исходной задачи линейной задачей, провести анализ устойчивости с помощью метода Ляпунова.</p> <p>Разработать программу построения решения и фазовых траекторий, исследовать решение в зависимости от параметров задачи.</p> <p>Профессиональными знаниями для анализа математических моделей, управляемых систем. Знаниями математической теорией оптимального управления, методами, необходимыми для решения научно-инновационных задач и навыками разработки алгоритмов решения типовых задач.</p>
<p><b>Уметь</b></p>	<p>Разработка численных методов и алгоритмов для построения решений, анализ устойчивости системы методами Ляпунова.</p>	<p>Разрабатывать математические модели угроз и информационной безопасности, разрабатывать методы исследования этих моделей.</p>

<b>Знать</b>	Решение научно-инновационных задач и обладать навыками разработки математических моделей компьютерной и информационной безопасности, алгоритмов решения типовых задач	Различные типы моделей информационной безопасности, способы описания математических моделей, способы и подходы к исследованию моделей и анализу результатов исследования. Фундаментальные теоремы и методы теории устойчивости динамических систем и методы и алгоритмы построения численных решений.

## **V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Список литературы**

#### **а) Основная литература**

Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Дифференциальные, дискретные и цифровые модели динамических систем : учебное пособие / М. П. Трухин ; под научной редакцией С. В. Поршнева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3792-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206774>

Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Сетевые модели : учебное пособие / М. П. Трухин ; под редакцией В. Э. Иванова. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 204 с. — ISBN 978-5-7996-2503-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107064.html>

#### **б) Дополнительная литература:**

Глухов Д.О. Моделирование систем управления : практикум / Глухов Д.О., Петухов И.В.. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. — 84 с. — ISBN 978-5-8158-1546-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75437.html>

Губарь Ю.В. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / Губарь Ю.В.. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-0865-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/101993.html>

Миронова, Л.И. Моделирование динамических процессов в существенно нелинейных системах : монография / Миронова Л.И., Кондратенко Л.А. — Москва : Русайнс, 2021. — 225 с. — ISBN 978-5-4365-6679-5. — URL: <https://book.ru/book/939949>.

Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / под ред. В.Н.Волковой, В.Н.Козлова; ЭБС Юрайт. — М.: Юрайт, 2017. — 450 с. — (Бакалавр. Академический курс). — Режим доступа: <https://www.biblioonline.ru/viewer/E7D370B9-3C64-4A0F-AF1B-F6BD0EEEEBCD0#page/1>.

## **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/> Договор № 4-е/23 от 02.08.2023 г.
2. ЭБС Znanium.com <https://znanium.com/> Договор № 1106 эбс от 02.08.2023 г.
3. ЭБС Университетская библиотека online <https://biblioclub.ru> Договор № 02-06/2023 от 02.08.2023 г.
4. ЭБС ЮРАЙТ <https://urait.ru/> Договор № 5-е/23 от 02.08.2023 г.
5. ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/> Договор № 3-е/23К от 02.08.2023 г.

## **VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям**

Практические занятия по дисциплине «Модели управляемых систем» служат для получения практических навыков по применению теоретических знаний, полученных студентами на лекциях, для решения конкретных задач.

Решения задач фиксируются в тетрадях для практических работ и оцениваются согласно требованиям к рейтинговому контролю.

*Тема. Линейные математические модели в теории автоматического регулирования. Математическое описание модели, условия устойчивости решения. Понятие управляемости системы.*

Типовое задание.

№ 1. Дан объект, движение которого описывается дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами

$$\ddot{x} = -b\dot{x} - kx + u,$$

где  $x$  – отклонение от положения равновесия,  $\dot{x}$  – скорость объекта,  $-kx$  – упругая сила,  $k \geq 0$ ,  $b\dot{x}$  – сила трения,  $b \geq 0$ ,  $u$  – внешняя сила.

Обозначив через  $x_1 = x$  отклонение от положения равновесия,  $x_2 = \dot{x}$  – скорость, мы сможем записать этот закон движения в виде следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = -kx_1 - bx_2 + u. \end{cases}$$

В начальный момент времени известно отклонение от положения равновесия  $x_1(0) = a_1$  и скорость  $x_2(0) = b_1$ .

Требуется исследовать устойчивость решений системы в зависимости от параметров задачи при постоянном управлении  $u(t)$ , определить время  $T$  перевода системы в заданное конечное состояние  $x_1(T) = 0, x_2(T) = 0$ .

№ 2. Исследовать влияние времени процесса и параметров задачи на структуру управления.

## **VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов.

Для выполнения курсовых работ рекомендуется использовать следующее программное обеспечение:

Google Chrome	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE	бесплатное ПО
ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu	бесплатное ПО

**IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория с мультимедийной установкой (Ноутбук, проектор, колонки), наличие классной доски.. Класс ПЭВМ.

**X. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№ п/п	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения