Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 07.07.2025 16:35:39
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:
Руководитель ООП
_____ Малышкина О.В.
«30» мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

УПРАВЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫМИ СИСТЕМАМИ

Специальность
10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация
Математические методы защиты информации

Для студентов 5 курса очной формы обучения

Уровень образования
СПЕЦИАЛИТЕТ

Составитель: к.т.н., доцент кафедры КБ и ММУ
Чернышев Олег Леонидович

Тверь, 2025

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Управление нелинейными системами» является подготовка студентов к профессиональной деятельности в области исследования, расчета, анализа и моделирования нелинейных систем управления, направленной на обеспечение технологической безопасности современных промышленных объектов. Рассматриваемые принципы, методы и модели управления динамическими системами различной физической природы необходимы для оперативного реагирования на внешние и внутренние угрозы безопасности и нарушения регламента производства.

Задачами освоения дисциплины являются:

– изучение теоретических основ и принципов автоматического управления нелинейными объектами в условиях координатных и параметрических возмущений;

– приобретение навыков идентификации нелинейных объектов управления;

– овладение средствами и методами анализа, а также синтеза нелинейных систем управления и разработки соответствующего алгоритмического обеспечения;

– приобретение навыков настройки и эксплуатации пакетов прикладных программ для решения задач по моделированию, анализу, синтезу и оптимизации работы нелинейных систем управления.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина входит в обязательную часть учебного плана, связана с другими дисциплинами образовательной программы, такими как анализ, линейная алгебра и аналитическая геометрия, дискретная математика, обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных, функциональный анализ, теория систем, численные методы, исследование операций

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Научно-исследовательская работа», «Проектно-технологическая практика», «Преддипломная практика».

3. Объем дисциплины: 5 зачетные единицы, 180 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции – 34 часов, в т.ч. практическая подготовка – 0 часов;

лабораторные занятия – 34 часов, в т.ч. практическая подготовка – 0 часа;

самостоятельная работа: 112 часа, в том числе контроль 27 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-8. Способен применять методы научных исследований при проведении разработок в области обеспечения	**ОПК-8.4** Применяет методики анализа сетевого трафика

безопасности компьютерных систем и сетей	
ОПК-10 Способен анализировать тенденции развития методов и средств криптографической защиты информации, использовать средства криптографической защиты информации при решении задач профессиональной деятельности	**ОПК-10.5** Использует основные протоколы идентификации и аутентификации абонентов сети
ОПК-11. Способен разрабатывать политики безопасности, политики управления доступом и информационными потоками в компьютерных системах с учетом угроз безопасности информации и требований по защите информации	**ОПК-11.1.** Использует основные формальные модели дискреционного, мандатного, ролевого управления доступом, модели изолированной программной среды и безопасности информационных потоков
ОПК-15 Способен администрировать компьютерные сети и контролировать корректность их функционирования	**ОПК-15.1** Осуществляет проектирование и оптимизацию функционирования компьютерных сетей
	ОПК-15.2 Работает с сетевым оборудованием и сетевым программным обеспечением
ОПК-16. Способен проводить мониторинг работоспособности и анализ эффективности средств защиты информации в компьютерных системах и сетях	**ОПК-16.1.** Применяет защищенные протоколы, межсетевые экраны и средства обнаружения вторжений для защиты информации в сетях
	ОПК-16.2. Осуществляет меры противодействия нарушениям сетевой безопасности с использованием различных программных и аппаратных средств защиты

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения – экзамен в 10 семестре, расчетно-графическая работа.

6. Язык преподавания русский**.**

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

Очная форма обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции	Практические занятия		
			всего	в т.ч. практическая подготовка	
Раздел 1. Принципы, модели и структура нелинейных систем управления.	50	10	10	0	23
Раздел 2. Анализ и синтез нелинейных систем управления.	65	12	12		31
Раздел 3. Модели дискретных сигналов и систем.	65	12	12		31
Экзамен					27
ИТОГО	180	34	34	0	112

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Раздел 1. Принципы, модели и структура нелинейных систем управления.	лекция лабораторное	Дискуссионные технологии, дистанционные образовательные технологии, проблемная лекция.
Раздел 2. Анализ и синтез нелинейных систем управления.	лекция лабораторное	Дискуссионные технологии, дистанционные образовательные технологии, проблемная лекция, кейс-технология, технология развития креативного мышления
Раздел 3. Модели дискретных сигналов и систем.	лекция лабораторное	Дискуссионные технологии, кейс-технология, методы группового решения творческих задач.

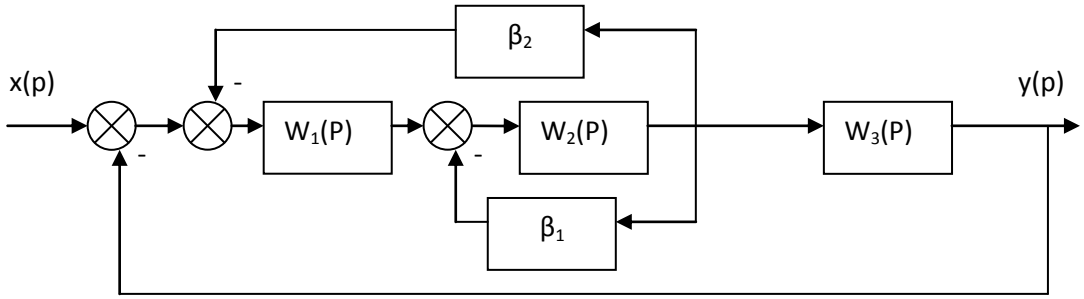
IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения <u>текущей аттестации</u>

<u>Задания для практических (семинарских) занятий</u>

Раздел I.

Задание 1: Провести структурное преобразование схемы САР (рисунок), превратив систему в одноконтурную. Звенья системы, охваченные местными обратными связями, заменить эквивалентными звеньями и определить для них передаточные функции. Определить параметры эквивалентных звеньев.



Вариант структурной схемы по условию задачи № 2

Задание 2: С использованием передаточных функций типовых элементов (звеньев) определить характеристические уравнения (полиномы) разомкнутой и замкнутой систем. Определить передаточный коэффициент системы и статизм системы. По заданной системе дифференциальных уравнений получить: дифференциальное уравнение фазовых траекторий; уравнение фазовой траекторий.

Задание 3: Вычислить коэффициенты гармонической линеаризации для заданных типовых релейных элементов. Рассмотреть особенности воспроизведения звеньев с запаздыванием информации.

Раздел II.

Задание 1: По заданным дифференциальным уравнениям, описывающим поведение нелинейных систем, исследовать устойчивость этих систем с использованием второго (прямого) метода Ляпунова. Используя геометрическую трактовку критерия Попова, сделать суждение об абсолютной устойчивости или неустойчивости, рассматриваемой нелинейной системы.

Задание 2: Исследовать замкнутую систему на устойчивость при помощи критерия устойчивости Гурвица. Определить значение критического коэффициента усиления системы. Если замкнутая САР неустойчива, то изменив значения коэффициентов обратных связей (или усиления системы) добиться ее устойчивости. Скорректированную (исходную, если система устойчива) систему исследовать на устойчивость частотными критериями Михайлова и Найквиста. По критерию Михайлова найти значение критического коэффициента усиления системы, по критерию Найквиста определить запас устойчивости замкнутой САР по модулю и фазе.

Задание 3: Разработать алгоритмическую и программную реализацию имитационной модели нелинейной САР для заданных режимов работы. В качестве результата вывести фазовый портрет и графики переходного процесса при нулевом и единичном воздействии по заданию и возмущению. По кривой переходного процесса определить основные показатели качества регулирования. Сделать вывод о соответствии данных показателей требуемым значениям.

Задание 4: Рассчитать и ввести в исследуемую систему последовательное корректирующее звено. Введение корректирующего звена должно обеспечить требуемые уровни статической ошибки системы $x_{ст}$, колебательности переходного процесса ψ, времени регулирования $t_{рег}$ ($x_{ст} \leq 2 \div 5\%$, $\sigma_{max} \leq 20\%$, $\psi \geq 75 \div 90\%$, величина $t_{рег}$ - согласуется с преподавателем на основании анализа САР). Оценить возможности использования в исследуемой системе параллельных корректирующих звеньев жесткой отрицательной и гибкой (положительной и отрицательной) обратной связи.

Раздел III.

Задание 1: Рассмотреть особенности моделирования цифровых систем управления с учетом особенностей АИМ, ШИМ, ЧИМ - модуляции сигналов. Для заданного варианта разработать блок-схему программы модели цифровой системы управления с учётом квантования по времени.

Задание 2: Проанализировать особенности реализации моделей дискретных алгоритмов управления на основе непрерывных аналогов. Сформировать алгоритмы П, ПИ и ПИД - регулятора в полных переменных и в приращениях.

Задание 3: Составить структурную схему импульсной системы в соответствии с заданным вариантом и рассчитать значения параметров, обеспечивающих устойчивость данной системы. Определить критическое значение коэффициента передачи прямой цепи.

Оценочные материалы для проведения <u>промежуточной аттестации</u>

Каждый студент решает индивидуальное задание и отвечает на теоретический вопрос.

Примерные вопросы к экзамену

1. Особенности нелинейных систем и процессов управления, протекающих в них. Основные типы нелинейных звеньев и их характеристики.
2. Точные методы исследования устойчивости и автоколебаний. Метод фазовых траекторий.
3. Особые точки и особые линии фазового портрета. Линии переключения.
4. Построение фазового портрета по уравнению фазовой траектории. Метод изоклин.
5. Метод «припасовывания» граничных значений. Построение кривой переходного процесса нелинейной системы по ее фазовой траектории.
6. Автоколебания. Метод точечных преобразований. Привести пример простейшей системы с переменной структурой (СПС). Режимы работы СПС.

7. Формулировка понятия устойчивости. Устойчивость в «малом», в «большом», в «целом». Дать определения асимптотической и неасимптотической устойчивости.
8. Исследование устойчивости нелинейных систем вторым (прямым) методом Ляпунова. Геометрическая интерпретация второго метода Ляпунова.
9. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.
10. Приближенные методы исследования устойчивости и автоколебаний. Метод эквивалентной линеаризации.
11. Применение кривой Михайлова для исследования устойчивости нелинейных систем.
12. Расчет автоколебаний на основе критерия Найквиста.
13. Построение функций чувствительности к параметрическим возмущениям в системе управления.
14. Критерии качества регулирования. Пример алгоритмизации интегрального квадратичного критерия качества.
15. Анализ устойчивости нелинейных динамических систем. Пример автоматического определения устойчивости системы на основе сигнала ошибки и его производной.
16. Понятие об импульсных системах. Способы квантования сигналов. Виды импульсной модуляции.
17. Моделирование цифровых систем управления. Основные положения. Блок-схема программы модели цифровой системы управления с учётом квантования по времени.
18. Алгоритмы П, ПИ и ПИД - регулятора в полных переменных и в приращениях.
19. Условия выбора частоты прерывания импульсного элемента.
20. Классификация импульсных систем. Понятие о решетчатых функциях и разностных уравнениях.
21. Передаточные функции импульсных систем.
22. Условия устойчивости импульсных систем.
23. Прямые оценки качества импульсных систем.

Вид и способ проведения промежуточной аттестации: индивидуальный устный опрос сочетается с самостоятельной практической работой студента.

Критерии оценивания и шкала оценивания:

Максимально возможное количество баллов – **5** баллов. Для получения положительной оценки на экзамене необходимо выполнить задачу и ответить на теоретический вопрос с суммарной оценкой не менее 3-х балов.

5 баллов:

Ответ на вопрос демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы. Имеется полное верное решение задачи, включающее правильный ответ.

4 балла:

Ответ на вопрос демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Ответ не содержит фактических ошибок. Дано верное решение задачи, но в решении имеются неверные записи И/ИЛИ арифметические ошибки.

3 балла:

Ответ демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Решение содержит фактические ошибки, не искажающие общего смысла.

0-2 баллов:

В ответе преобладают рассуждения общего характера И/ИЛИ содержит существенные фактические ошибки, искажающие смысл. Решение не дано ИЛИ дано неверное решение.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 276 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-9294-6. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/489509

Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 470 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-06483-4. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/489520

б) Дополнительная литература

Медведева, Т.А. Основы теории управления: учебник и практикум для вузов / Т.А. Медведева. - Москва: Юрайт, 2022. - 191 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-9916-7025-8. - Режим доступа: https://urait.ru/book/osnovy-teorii-upravleniya-490341

Толпегин, О. А. Методы оптимального управления: учебник и практикум для вузов / О. А. Толпегин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 234 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-13534-3. -Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/491259

Древс, Ю. Г. Имитационное моделирование: учебное пособие для вузов / Ю. Г. Древс, В. В. Золотарёв. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 142 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-11385-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/495094

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. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/206774

2) 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	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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.

6. https://cyberleninka.ru/ научная электронная библиотека «Киберленинка».
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы) https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp;
8. Репозитарий ТвГУ http://eprints.tversu.ru

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

SecurityLab.ru
Независимый информационно-аналитический портал по безопасности
SASecurity Information Box
Информационная безопасность на Report.ru
Информационная безопасность / Блог / Хабрахабр
Библиотека информационной безопасности
Библиотека сетевой безопасности
Компьютерная безопасность: уязвимости, ошибки и эксплоиты
Построение безопасности в сетях
openPGP в России
Защита информации

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

На лекциях будет представлен необходимый теоретически материал по темам и представлены практические задания для решения на занятиях в аудитории под

руководством преподавателя и самостоятельно. Многие задачи являются стандартными и имеют уже готовые шаблоны (алгоритмы) решения, тем не менее, для получения большего познавательного и учебного эффекта, рекомендуется написание собственного оригинального кода.

Самостоятельная работа студентов в рамках данной дисциплины в основном состоит в подготовке к практическим занятиям и работе с разными источниками. Освоению учебного материала большую помощь окажет личный творческий подход, связанный с дополнительным просмотром материала по отдельным темам.

Самостоятельная работа является необходимой на всей стадиях и при всех формах изучения предмета. Важно помнить, что часы для самостоятельной работы, из всего объема времени затраченного на дисциплину, будут превосходить иные виды работ. Важно продумать стиль фиксации нового и важного материала.

Рекомендуется немедленно обсуждать любые возникшие в процессе обучения вопросы, проблемы и неясности с преподавателем, не откладывая это обсуждение до контрольной точки. Проконсультироваться с преподавателем можно во время и после практических занятий, во время консультаций, а также по электронной почте и в личном кабинете электронной образовательной среды (LMS).

Требования к рейтинг-контролю для студентов очной формы обучения.

Текущая работа студентов очной формы обучения оценивается в 60 баллов, которые распределяются между двумя модулями (периодами обучения) следующим образом:

Модуль (период обучения)	Максимальная сумма баллов в модуле	Максимальная сумма баллов за работу на практических занятиях	Реферирование, представление научной статьи, создание и отладка кода	Максимальный балл за рейтинговую контрольную работу
1	30	10	5	15
2	30	10	5	15

Правила формирования рейтинговой оценки и шкалу пересчета рейтинговых баллов в оценку на экзамене см. в «Положении о рейтинговой системе обучения в ТвГУ»:
https://www.tversu.ru/sveden/files/Pologhenie_o_reytingovoy_sisteme_obucheniya(1).pdf

VII. Материально-техническое обеспечение

Учебный процесс по данной дисциплине проводится в аудиториях, оснащенных мультимедийными средствами обучения. Для организации самостоятельной работы студентов необходимо наличие персональных компьютеров с доступом в Интернет.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	**Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**	**Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа**

Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики Компьютерный класс 203а 170002, г.Тверь, Садовый пер-к, д. 35.	Набор учебной мебели, меловая доска, Переносной ноутбук, Интерактивная система Smart Board 660iv со встроенным проектором	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- бесплатно; ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО-бесплатно
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, *у*чебная аудитория 224, 170002, г.Тверь, Садовый пер-к, д. 35	Набор учебной мебели, меловая доска, Переносной ноутбук, Мультимедийный проектор BenQ MP 724 с потолочным креплением и экраном 1105	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- бесплатно; ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО-бесплатно

Наличие учебно-наглядных пособий, презентаций для проведения занятий лекционного и семинарского типа, обеспечивающих тематические иллюстрации.

VIII. 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
1.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Обновление списка литературы.	Протокол № 11 от 26.06.2013
2.	VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	Корректировка планов практических (семинарских) занятий и методических рекомендаций к ним.	Протокол № 10 от 24.06.2014
3.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой	Обновление списка литературы. Обновление ссылок из ЭБС.	Протокол № 1 от 27.09.2015

	для освоения дисциплины		
4.	VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.	Корректировка планов практических (семинарских) занятий и методических рекомендаций к ним.	Протокол № 1 от 01.09.2016
5.	I - X	Корректировка всех разделов в соответствии с новым стандартом	Протокол № 6 от 28.02.2017
6.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Дополнение списков. Обновление ссылок из ЭБС.	Протокол № 1 от 01.09.2018
7.	I - VIII	Корректировка всех разделов в соответствии с новым стандартом	Протокол № 10 от 29.06.2021
8.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Обновление списков ПО. Обновление ссылок из ЭБС.	Протокол № 1 от 1.09.2023
9.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий, IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Корректировка наименований разделов и тем. Корректировка оценочных материалов	Протокол № 7 от 7.03.2024
10.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий, IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Корректировка наименований разделов и тем. Корректировка оценочных материалов	Протокол № 8 от 20.05.2025