

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)
Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

А.А. Галкин

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ»

направление подготовки

27.03.04 Управление в технических системах

профиль подготовки

Управление и информатика в технических системах

г. Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математические основы теории систем» является ознакомление с основными понятиями общей теории систем и типовыми математическими моделями сигналов и систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические основы теории систем» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: «Математика», «Теория автоматического управления».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
1	2	3	4
ОПК-1 Способен анализировать задачи управления в технических системах на основе положений, законов и методов естественных наук и математики	ОПК-1.1. Знает: основы анализа задач управления в технических системах. ОПК-1.2. Умеет анализировать задачи, выделять базовые составляющие управления в технических системах, рассматривать возможные варианты решения задачи управления в технических системах. ОПК-1.3. Владеет навыками оценивая достоинств и недостатков возможных вариантов решения задачи.	Знает: основные положения классической теории управления. Умеет: формализовать задачи анализа элементов и систем управления Владеет: методикой получения математической модели аналитическим и экспериментальным путем	Тестовые вопросы
ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1. Знает профильные разделы математических и естественнонаучных дисциплин. ОПК-2.2. Умеет формулировать задачи в области управления в технических системах. ОПК-2.3. Владеет навыками грамотно и аргументированно формировать собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественнонаучных дисциплин	Знает: основные методы использования математических моделей Умеет: использовать аналитические и численные методы для качественного и количественного анализа системы Владеет методами исследования динамических систем и стандартным программным обеспечением	Тестовые вопросы
ОПК-3 Способен самостоятельно решать задачи управ-	ОПК-3.1 Знает принципы построения систем автоматизации и управления, их аппаратные и программные средства.	Знает: принципы построения систем автоматизации и управления, современный инструментальный проектирования программ-	КП

ления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.2 Умеет определять возможные методы решения задач управления в технических системах. ОПК-3.3 Владеет навыками оценивания возможных методов решения задач управления в технических системах	но-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления Умеет: самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники. Владеет: навыками оценивания возможных методов решения задач управления и навыками управления техническими системами с использованием современных технологий обработки информации.	
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	ОПК-4.1. Знает критерии оценки эффективности полученных результатов разработки систем управления. ОПК-4.2. Умеет осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов. ОПК-4.3. Владеет навыками применять типовые критерии оценки эффективности полученных результатов разработки систем управления	Знать: основные определения общей теории систем, методы получения математических моделей элементов и систем, типовые модели процессов и систем. Уметь: получать математические модели, преобразовывать их, использовать модели для решения задач анализа систем. Владеть: аналитическими и экспериментальными методами получения моделей; основными типовыми моделями процессов и систем непрерывного и дискретного типа.	КР

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, **108** час.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Основные понятия и определения общей теории систем.	4	1	1					
2	Особенности систем автоматического управления. Назначение теории систем и ТАУ.	4	1	1				2	
3	Типовые модели величин и параметров. Модель системы в виде функционального преобразователя	4	2-3	4	2			2	
7	Модели процессов во временной области и в области изображений по Лапласу и по Фурье	4	4-6	6				2	Рейтинг-контроль 1
4	Математическое описание случайных величин и процессов.	4	7-8	4				2	
5	Математическое описание динамических систем во временной области в виде дифференциальных уравнений.	4	9	2				2	
6	Математическое описание линейных динамических систем в области изображений по Лапласу и по Фурье. Определение и формы представления частотных характери-	4	10-12	6	2			2	Рейтинг-контроль 2

	стик.								
8	Определение и свойства импульсной и переходной характеристик непрерывной динамической системы.	4	13	2	2			2	
9	Сигнальные графы и их использование для представления и преобразования математической модели систем.	4	14-15	4	2			2	
10	Понятие об устойчивой динамической системе и основные условия устойчивости	4	16	2	2				
11	Методы отыскания процессов в динамических системах	4	17-18	4	8			2	Рейтинг-контроль 3
Всего за семестр				36	18			18	экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР					+				
Итого по дисциплине				36	18			18	экзамен (36)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. «Основные понятия и определения общей теории систем».

Определение понятия «система», «элементы», природа связей между элементами, примеры систем. Основные задачи общей теории систем, история возникновения и развития.

Тема 2. «Особенности систем автоматического управления. Назначение теории систем и ТАУ».

Определение понятия «управления», ручное, автоматизированное и автоматическое управление. Фундаментальное значение понятий «система» и «управление». Теоретическое и прикладное значения общей теории систем и теории автоматического управления.

Тема 3. «Типовые модели величин и параметров. Модели систем в виде функциональных преобразователей».

Описание параметров, характеризующих элементы и системы с помощью чисел (натуральных, целых, вещественных, комплексных). Функция как модель функционального преобразователя. Линейные и нелинейные преобразователи, понятие о линеаризации. Примеры типичных нелинейностей.

Тема 4. «Модели процессов во временной области, области изображений по Лапласу и по Фурье».

Описание непрерывных и дискретных процессов во временной области, понятие о решетчатых функциях. Определение и основные свойства преобразований Лапласа для непрерывных процессов. Описание периодических и непериодических процессов в частотной области. Понятие о спектрах. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование дискретных процессов, основные свойства. Теорема Котельникова – Шеннона – Найквиста.

Тема 5. «Математическое описание случайных величин и процессов».

Природа, особенности и примеры случайных величин и процессов. Концепция усреднения. Определение основных числовых и функциональных характеристик случайных величин. Типовые законы распределения. Описание случайных процессов. Понятие о стационарных и эргодических случайных процессах.

Тема 6. «Математическое описание динамических систем во временной области в виде дифференциальных уравнений».

Понятие о динамике, общая форма модели динамической системы типа «вход – выход» в виде обыкновенного дифференциального уравнения, линейное дифференциальное уравнение, его операторная запись, передаточная функция в операторной форме.

Тема 7. «Математическое описание линейных динамических систем в области изображений по Лапласу и по Фурье. Определение и формы представления частотных характеристик».

Определение передаточной функции системы в области изображений по Лапласу, связь ее с дифференциальным уравнением и оператором. Определение комплексной частотной характеристики, амплитудной и фазовой характеристик. Физическая интерпретация ЧХ. Графическая интерпретация ЧХ в виде годографа КЧХ, АЧХ, ФЧХ. Связь КЧХ с передаточной функцией.

Тема 8. «Определение импульсной и переходной характеристик».

Определение дельта-импульса. Определение импульсной характеристики, ее связь с передаточной функцией. Определение переходной характеристики, ее связь с передаточной функцией и импульсной характеристикой.

Тема 9. «Сигнальные графы и их использование для представления и преобразования математических моделей систем».

Определение сигнального графа, правила представления масштабного преобразования, линейного динамического преобразования, алгебраического суммирования. Основные правила преобразования сигнальных графов для «сворачивания» модели. Правило Мейсона. Принцип суперпозиции.

Тема 10. «Понятие об устойчивости динамической системы и основные условия устойчивости».

Определение устойчивости динамической системы и его иллюстрация на диаграмме «вход-выход». Понятие о характеристическом уравнении линейной динамической системы и полюсах передаточной функции. Необходимые условия устойчивости. Требование устойчивости по отношению к корням характеристического уравнения непрерывной и дискретной линейной динамической системы.

Тема 11. «Методы отыскания процессов в динамических системах».

Аналитические методы отыскания процессов в линейных динамических системах непрерывного типа с помощью преобразования Лапласа и дискретного типа с помощью Z-преобразования. Численные методы отыскания переходных процессов.

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема №1. Экспериментальное определение статических характеристик с использованием метода наименьших квадратов.

Тема № 2. Экспериментальное определение динамических характеристик с использованием переходной характеристики и частотной характеристики.

Тема № 3. Использование сигнальных графов для представления и преобразования математических моделей систем.

Тема № 4. Расчет переходных процессов в непрерывной системе с использованием аналитического подхода на основе преобразования Лапласа.

Тема № 5. Расчет переходных процессов в дискретной системе с использованием аналитического подхода и Z-преобразования.

Тема № 6. Расчет переходных процессов в непрерывной динамической системе с использованием численных методов.

Тема № 7. Расчет переходных процессов в дискретной динамической системе с использованием разностного уравнения в форме рекуррентного соотношения.

Тема № 8. Поиск оптимальных значений варьируемых параметров статической системы при заданной целевой функции.

Тема № 9. Исследование устойчивости динамических систем.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1 Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль 1

1. Определение системы, в том числе 2-х, 3-х, 4-х и 5-ти компонентные определения.
2. Примеры систем.
3. Предмет изучения общей теории систем, когда она сформировалась, кто был ее основоположником.
4. Предмет изучения кибернетики.
5. Определение понятия «управление».
6. Модель как основной инструмент ОТС.
7. Сущность и примеры графической модели, математические модели и компьютерные модели.
8. Сущность аналитического подхода к получению математической модели.
9. Принцип получения математической модели аналитическим способом: цилиндрическая емкость, электрическая цепь, производственное предприятие.
10. Сущность экспериментального подхода к получению математической модели пассивной и активной экспериментальным методом.
11. Пример получения математической модели по экспериментальным данным – получение аналитической зависимости с помощью МНК – вывод расчетных соотношений для линейной зависимости, отыскание параметров нелинейных зависимостей.
12. Основные сведения о множествах, используемых при моделировании систем, в том числе конечные и бесконечные множества, равенства и эквивалентность множеств, счетные множества и континуум.
13. Вектор и матрицы, основные сведения об операциях над ними.
14. Понятие о статических характеристиках, линейные и нелинейные характеристики, типовые характеристики, встречающихся в ТС.
15. Понятие о линеаризации, основные приемы линеаризации.
16. Математические модели в условиях неопределенности:
 - Интервальные;
 - Вероятностно-статистические;
 - Нечеткие.
17. Сущность динамики, динамических режимов и динамических систем.

Рейтинг-контроль 2

1. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
2. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
3. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
4. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
5. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
6. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
7. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
8. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
9. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
10. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для $n=2$.
11. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
12. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
13. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
14. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
15. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
16. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
17. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
18. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
19. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
20. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
 - Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.
 - Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.
 - Задача об оптимальном плане замены оборудования.
 - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
21. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

Рейтинг-контроль 3

1. Получение различных форм математической модели линейных непрерывных систем, на примере RC-цепи.
2. Разностное уравнение, как форма модели дискретной динамической системы.
3. ЛРУ, оператор и передаточная функция дискретной системы.

4. Получение дискретной модели непрерывной системы на основе численных методов решения дифференциальных уравнений. Зависимость погрешности моделирования от шага решения.
5. Методика отыскания переходного процесса на выходе непрерывной динамической системы при заданном входном сигнале с помощью преобразований Лапласа.
6. Отыскание амплитуды выходного процесса в линейной непрерывной динамической системе при входном гармоническом сигнале.
7. Оценка среднеквадратичного значения выходного сигнала линейной динамической системы при случайном стационарном входном сигнале.
8. Определения понятия «граф», ребра, дуги графа, пута, контур, связность графа.
9. Сигнальные графы, определения, основные правила преобразования. Правило Мейсона.
10. Использование М-графов для представления и преобразования математических моделей динамических систем.
11. Сформулировать задачу о кратчайшем пути графа.
12. Сформулировать задачу о критическом пути графа.
13. Определение транспортной сети, формулировка задачи о максимальном потоке в ТС и оптимальном распределении заданного потока в ТС.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)

Контрольные вопросы к экзамену

1. Определение системы, в том числе 2-х, 3-х, 4-х и 5-ти компонентные определения.
2. Примеры систем.
3. Предмет изучения общей теории систем, когда она сформировалась, кто был ее основоположником.
4. Предмет изучения кибернетики.
5. Определение понятия «управление».
6. Модель как основной инструмент ОТС.
7. Сущность и примеры графической модели, математические модели и компьютерные модели.
8. Сущность аналитического подхода к получению математической модели.
9. Принцип получения математической модели аналитическим способом: цилиндрическая емкость, электрическая цепь, производственное предприятие.
10. Сущность экспериментального подхода к получению математической модели пассивной и активной экспериментальным методом.
11. Пример получения математической модели по экспериментальным данным – получение аналитической зависимости с помощью МНК – вывод расчетных соотношений для линейной зависимости, отыскание параметров нелинейных зависимостей.
12. Основные сведения о множествах, используемых при моделировании систем, в том числе конечные и бесконечные множества, равенства и эквивалентность множеств, счетные множества и континуум.
13. Вектор и матрицы, основные сведения об операциях над ними.
14. Понятие о статических характеристиках, линейные и нелинейные характеристики, типовые характеристики, встречающихся в ТС.
15. Понятие о линеаризации, основные приемы линеаризации.
16. Математические модели в условиях неопределенности:
 - Интервальные;

- Вероятностно-статистические;
 - Нечеткие.
17. Сущность динамики, динамических режимов и динамических систем.
 18. Математическое описание процессов во временной области – для непрерывных и для дискретных систем.
 19. Математическое описание процессов в области изображений по Лапласу.
 - Определение преобразования Лапласа;
 - Изображения простейших функций (const, экспоненты и др.);
 - Теорема линейности;
 - Теорема о сдвиге;
 - Теорема об изменениях временного масштаба;
 - Теорема свертке;
 - Предельные теоремы;
 - Теорема обращения и обратное преобразование Лапласа.
 20. Определение и примеры периодических процессов.
 21. Сущность модуляции и основные разновидности.
 22. Представления периодических процессов в частотной области: определение ряда Фурье, коэффициенты Фурье, амплитудный и фазовый спектры периодического процесса.
 23. Техника (алгоритм) прикладного спектрального анализа.
 24. Основные свойства спектров:
 - Линейность;
 - Теорема о сдвиге во времени;
 - Теорема об изменении временного масштаба;
 - Теорема о модуляции.
 25. Определение и сущность случайных процессов.
 26. Основные характеристики СП: функция и плотность распределения, математическое ожидание, дисперсия и СКО, корреляционная функция.
 27. Стационарные и эргодические СП, определение основных характеристик эргодических процессов.
 28. Определение и основные свойства спектральной плотности, примеры СП, в том числе СП типа «белый шум».
 29. Дифференциальные уравнения как основная форма модели непрерывной динамической системы, порядок ДУ и системы, сущность начальных условий и их физический смысл.
 30. Математическая модель непрерывной динамической системы в виде:
 - Дифференциальные уравнения;
 - Оператора;
 - Передаточной функции.
 31. Математическая модель линейной непрерывной динамической системы в виде частотной характеристики, КЧХ, ЛЧХ, ФЧХ, физическая интерпретация ЧХ.
 32. Математическая модель линейной непрерывной динамической системы в виде импульсной и переходной характеристик, их определение, связь между ними и ПФ.
 33. Получение различных форм математической модели линейных непрерывных систем, на примере RCL-цепи.
 34. Разностное уравнение, как форма модели дискретной динамической системы.
 35. ЛРУ, оператор и передаточная функция дискретной системы.
 36. Получение дискретной модели непрерывной системы на основе численных методов решения дифференциальных уравнений. Зависимость погрешности моделирования от шага решения.

37. Методика отыскания переходного процесса на выходе непрерывной динамической системы при заданном входном сигнале с помощью преобразований Лапласа.
38. Отыскание амплитуды выходного процесса в линейной непрерывной динамической системе при входном гармоническом сигнале.
39. Оценка среднеквадратичного значения выходного сигнала линейной динамической системы при случайном стационарном входном сигнале.
40. Определения понятия «граф», ребра, дуги графа, путь, контур, связность графа.
41. Сигнальные графы, определения, основные правила преобразования. Правило Мейсона.
42. Использование М-графов для представления и преобразования математических моделей динамических систем.
43. Сформулировать задачу о кратчайшем пути графа.
44. Сформулировать задачу о критическом пути графа.
45. Определение транспортной сети, формулировка задачи о максимальном потоке в ТС и оптимальном распределении заданного потока в ТС.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

В плане самостоятельной работы студентами в течении семестра выполняется углубленный поиск и изучение материала по одной из предлагаемых актуальных тем и выполняется курсовая работа.

Темы СРС

Тема №1. Примеры систем автоматического управления, их назначение. Возникновение и развитие общей теории систем и кибернетики. Исторические этапы развития.

Тема № 2. Модели величин и параметров. Основные сведения о числах, векторах, матрицах. Функции как модель преобразователя. Типичные примеры нелинейных преобразований.

Тема № 3. Описание непрерывных и дискретных процессов во временной области (графические иллюстрации). Определение и основные свойства преобразования Лапласа и Фурье (вывод - обоснование). Представление о спектрах. Изучение спектров типовых элементарных сигналов.

Тема № 4. Основные сведения из теории вероятностей (повторение из дисциплины «Математика»). Типовые законы распределения случайных величин.

Тема № 5. Примеры получения математических моделей различных объектов и систем в виде дифференциальных уравнений.

Тема № 6. Примеры получения передаточных функций и частотных характеристик.

Тема № 7. Примеры получения математических моделей в виде импульсной и переходной характеристик.

Тема № 8. Примеры построения и преобразования сигнальных графиков.

Тема № 9. Примеры исследования устойчивости непрерывных и дискретных динамических систем.

Тема № 10. Решение задач на поиск экстремума заданных целевых функций.

Содержание курсовой работы

В ходе выполнения курсовой работы необходимо выполнить (параметры выдаются персональные)

1. Анализ непрерывных динамических систем.

Дана математическая модель непрерывной системы в виде набора алгебраических и дифференциальных уравнений.

Требуется:

- представить эту модель в виде сигнального графа;
- используя правило Мэйсона найти передаточную функцию и дифференциальное уравнение, непосредственно связывающие выход системы y и вход u ;
- записать характеристическое уравнение и найти его корни;
- проверить устойчивость этой системы;
- найти переходную характеристику этой системы, используя аналитический подход с применением представления Лапласа и используя численные методы и соответствующее программное обеспечение;
- найти амплитуды выходного сигнала y для гармонического входного сигнала u при единичной амплитуде входного сигнала и частоте $\omega = 0,1$ p/c.

2. Анализ дискретных динамических систем.

Дана математическая модель дискретной системы в виде разностного уравнения, связывающего дискретный входной сигнал u и дискретный выходной сигнал y :

$$y_m + a_1 y_{m-1} + a_2 y_{m-2} = b_0 u_m + b_1 u_{m-1}.$$

Параметры системы a_i и b_i задаются преподавателем студентам индивидуально.

Требуется:

- записать передаточную функцию системы;
- найти ее полюса;
- проверить устойчивость системы;
- найти переходную характеристику системы.

3. Решение задачи оптимизации:

- найти кратчайший путь в заданном графе;
- найти критический путь в заданном графе;
- найти решение задачи линейного программирования для заданной целевой функции и заданных ограничениях;
- найти оптимальное значение нелинейной целевой функции, используя численные методы и соответствующее программное обеспечение.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
1	2	3
Основная литература		
Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : Учебник для бакалавров / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. - 3-е изд. - М. : Дашков и К, 2016. - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394021398.html	2016	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394021398.html
Охорзин В. А. Теория управления : учебник для вузов по специальности "Прикладная математика" и направлению "Прикладная математика" / В. А. Охорзин, К. В. Сафонов .— Санкт-Петербург : Лань, 2014 .— 223 с. : ил., табл. — (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Библиогр.: с. 220-221 .— ISBN 978-5-8114-1592-2. —	2014	Библиотека ВлГУ
Съянов С.Ю. Теория линейных систем автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Ю. Съянов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 166 с. — 978-5-4486-0166-8.	2018	http://www.iprbookshop.ru/70783.html
Гаврилов А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.П. Барметов, А.А. Хвостов. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 244 с. — 978-5-00032-176-8.	2016	http://www.iprbookshop.ru/50645.html
Дополнительная литература		
5.Клименко И.С. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.С. Клименко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Российский новый университет, 2014. — 264 с. — 978-5-89789-093-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21322.html	2014	http://www.iprbookshop.ru/21322.html

Системный анализ в управлении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; Под ред. А.А. Емельянова. - М.: Финансы и статистика, 2009."	2009	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202497.html
1. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: учеб. пособие / под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова.; под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. - М. : Финансы и статистика, 2012 ." -	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279029334.html

6.2. Периодические издания

1. Журнал «Теория и системы управления»
2. Журнал «Проблемы теории и практики управления». ISBN 0234-4505

6.3. Интернет-ресурсы

1. IXBT – новостной сайт с разборами техники, информационных технологий и новых программных продуктов
2. Slashdot – сайт, на котором представлены новости о науке, технике и политике.
3. Computerworld Россия — сайт, где публикуются обзоры событий индустрии информационных технологий в России и в мире, а также примеры успешных внедрений информационных систем на российских предприятиях.
4. DWG — сайт для проектировщиков и инженеров, снабженный всей необходимой справочной информацией.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах кафедры ВТиСУ 109-3, 111-3, 117-3, оснащенных современными персональными компьютерами с установленной операционной системой Windows 8 (10).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS DOS фирмы Microsoft (режим эмуляции), Windows 2008, MS Office 2010, лицензированные пакеты автоматизированного конструкторского и технологического проектирования Protel, Altium Designer Summer.

Рабочую программу составил к.т.н., профессор


А.А.Галкин

Рецензент (представитель работодателя):

начальник лаборатории ЗАО «Автоматика»


В.М. Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой


В.Н. Ланцов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
Направления «Управление в технических системах»

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии


А.Б.Градусов