

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

С.Луковникова

Е.И.Луковникова

11 апреля

2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.04 Многомерные и многосвязные системы управления

Закреплена за кафедрой Управления в технических системах

Учебный план bs270304_22_УТСplx

27.03.04 Управление в технических системах

Квалификация Бакалавр

Форма обучения заочная

Общая трудоемкость 5 ЗЕТ

Виды контроля на курсах:

Контрольная работа 3, Экзамен 3

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого
	УП	РП	
Лекции	4	4	4
Лабораторные	2	2	2
В том числе инт.	2	2	2
В том числе в форме практ.подготовки	2	2	2
Итого ауд.	6	6	6
Контактная работа	6	6	6
Сам. работа	165	165	165
Часы на контроль	9	9	9
Итого	180	180	180

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Крумин О.К. Сергей
Рабочая программа дисциплины

Многомерные и многосвязные системы управления

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

составлена на основании учебного плана:

27.03.04 Управление в технических системах
утверженного приказом ректора от 08.02.2022 протокол № 45.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Управления в технических системах

Протокол от 30 марта 2022 г. № 10

Срок действия программы: 2022-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

Dr

Председатель МКФ

№ 10 08 апреля 2022 г.

С. Машуков

Ответственный за реализацию ОПОП

Dr
(подпись)

Григорьев Т.Н.
(ФИО)

Директор библиотеки

Сергей
(подпись)

Сергей Б.Р.
(ФИО)

№ регистрации

826
(методический отдел)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ
старший преподаватель Латушкина С.В. _____ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2023 г. № ____
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ
старший преподаватель Латушкина С.В. _____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2024 г. № ____
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. _____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. _____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Изложение базовых принципов математического моделирования многомерных систем для обеспечения желаемых динамических свойств; умение применять полученные знания и навыки при проектировании многоканальных систем передачи и коммутации.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Теория автоматического управления
2.1.2	Математическая статистика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Производственная (преддипломная) практика
2.2.2	Переходные процессы в электроэнергетических системах *
2.2.3	Программное обеспечение задач электроэнергетики *

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-5 : Способен к выполнению технического задания на разработку автоматизированной системы управления технологическими процессами

Индикатор 1	ПК-5.4. Производит расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирает стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием
-------------	--

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные положения теории многомерных и многосвязных систем управления.
3.2	Уметь:
3.2.1	производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления.
3.3	Владеть:
3.3.1	методами выбора стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Понятие многомерной и многосвязной системы						
1.1	Лек	Основные определения	3	0,1	ПК-5	Л1.1Л2.3 Л2.4	0	ПК-5.4
1.2	Лек	Качество переходных процессов	3	0,2	ПК-5	Л1.1Л2.3 Л2.4	0	ПК-5.4
1.3	Лек	Понятие многосвязности системы	3	0,2	ПК-5	Л1.1Л2.3 Л2.4	0,2	ПК-5.4 лекция с разбором конкретной ситуации
1.4	Ср		3	21	ПК-5		0	
1.5	Экзамен		3	1	ПК-5	Л1.1Л2.4	0	ПК-5.4
	Раздел	Раздел 2. Граф системы управления						
2.1	Лек	Структурные схемы и графы	3	0,25	ПК-5	Л1.2Л2.2	0,25	ПК-5.4 лекция с разбором конкретных ситуаций

2.2	Лек	Формула Мейсона	3	0,25	ПК-5	Л1.2Л2.2	0,25	ПК-5.4 лекция с разбором конкретных ситуаций
2.3	Лаб	Расчёт нормального режима работы электропередачи	3	0,3	ПК-5	Л2.3Л3.1	0,1	ПК-5.4 сотрудничество в малых группах
2.4	Ср		3	21	ПК-5	Л1.2Л2.2	0	ПК-5.4
2.5	Экзамен		3	1	ПК-5	Л1.2Л2.2	0	ПК-5.4
	Раздел	Раздел 3. Моделирование в переменных состояния						
3.1	Лек	Моделирование в переменных состояния	3	0,5	ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1	0	ПК-5.4
3.2	Лаб	Построение угловой характеристики активной мощности электропередачи	3	0,3	ПК-5	Л2.3Л3.1	0	ПК-5.4
3.3	Ср		3	20	ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1	0	ПК-5.4
3.4	Экзамен		3	1	ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1	0	ПК-5.4
	Раздел	Раздел 4. Схемы моделирования для перехода от передаточных функций к векторно-матричным моделям						
4.1	Лек	Схемы моделирования для перехода от передаточных функций к векторно-матричным моделям	3	0,5	ПК-5	Л1.3Л2.1 Э1	0	ПК-5.4
4.2	Лаб	Расчёт частных производных по параметрам регулирования	3	0,3	ПК-5	Л2.3Л3.1	0,3	ПК-5.4 сотрудничество в малых группах
4.3	Ср		3	20	ПК-5	Л1.3Л2.1 Э1	0	ПК-5.4
4.4	Экзамен		3	1	ПК-5	Л1.3Л2.1 Э1	0	ПК-5.4
	Раздел	Раздел 5. Решение уравнений состояния						
5.1	Лек	Метод преобразования Лапласа	3	0,2	ПК-5	Л1.1 Л1.2	0,1	ПК-5.4 лекция с разбором конкретных ситуаций
5.2	Лек	Метод разложения в бесконечный ряд	3	0,2	ПК-5	Л1.1 Л1.2	0,1	ПК-5.4 лекция с разбором конкретных ситуаций
5.3	Лек	Передаточные функции	3	0,1	ПК-5	Л1.1 Л1.2	0	ПК-5.4
5.4	Лаб	Составление дифференциальных уравнений Горева-Парка для электромеханических процессов	3	0,2	ПК-5	Л2.3Л3.1	0	ПК-5.4
5.5	Ср		3	21	ПК-5	Л1.1 Л1.2	0	ПК-5.4
5.6	Экзамен		3	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2	0	ПК-5.4
	Раздел	Раздел 6. Модели дискретных систем в переменных состояния						
6.1	Лек	Переменные состояния	3	0,25	ПК-5		0	ПК-5.4

6.2	Лек	Решение уравнений состояния	3	0,25	ПК-5		0	ПК-5.4
6.3	Лаб	Исследование динамических свойств электропередачи без учёта действия АРВ-СД	3	0,3	ПК-5	Л2.3Л3.1	0,3	ПК-5.4 сотрудничество в малых группах
6.4	Ср		3	21	ПК-5		0	ПК-5.4
6.5	Экзамен		3	1	ПК-5		0	ПК-5.4
	Раздел	Раздел 7. Управляемость. Наблюдаемость. Вырожденность передаточной функции						
7.1	Лек	Управляемость	3	0,1	ПК-5		0	ПК-5.4
7.2	Лек	Наблюдаемость	3	0,2	ПК-5		0	ПК-5.4
7.3	Лек	Вырожденность передаточной функции	3	0,2	ПК-5		0,1	ПК-5.4 лекция с разбором конкретных ситуаций
7.4	Лаб	Исследование динамических свойств электропередачи с учётом действия АРВ-СД	3	0,3	ПК-5	Л2.3Л3.1 Э1	0	ПК-5.4
7.5	Ср		3	21	ПК-5		0	ПК-5.4
7.6	Экзамен		3	1	ПК-5		0	ПК-5.4
	Раздел	Раздел 8. Критерии качества систем управления						
8.1	Лек	Постановка задачи	3	0,25	ПК-5	Л1.3	0	ПК-5.4
8.2	Лек	Оптимальное распределение полюсов системы управления	3	0,25	ПК-5	Л1.3	0	ПК-5.4
8.3	Лаб	Построение области Д-разбиения	3	0,3	ПК-5	Л2.3Л3.1	0,3	ПК-5.4 сотрудничество в малых группах
8.4	Ср		3	20	ПК-5	Л1.3	0	ПК-5.4
8.5	Экзамен		3	1	ПК-5	Л1.3	0	ПК-5.4

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция с разбором конкретных ситуаций)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы к защите лабораторных работ

Лабораторная работа №1

1. Приведите принципиальную схему электропередачи (ЭП).
2. Исходя из векторной диаграммы, напишите выражения для определения продольной и поперечной составляющих напряжения генератора.

Лабораторная работа №2

1. Нарисуйте угловую характеристику активной мощности ЭП и, исходя из неё, дайте определение колебательной статичекой устойчивости.

2. Что характеризует точка пересечения мощности турбины Рн и мощности генератора Рг?

Лабораторная работа №3

1. По какой из частных производных по параметрам регулирования можно судить об устойчивости системы и почему?

Вопросы к защите практических занятий

Лабораторная работа №4

1. Запишите линейные дифференциальные уравнения движения в форме Коши.

2. Назовите величины, входящие в форму Коши, применительно к исследуемой ЭП.

Лабораторная работа №5

1. Что характеризует характеристический полином (ХП) системы, каким образом он находится?
2. Что характеризуют частотные характеристики (ЧХ) параметра регулирования?

Лабораторная работа №6

1. Приведите принципиальную схему автоматического регулятора возбуждения сильного действия (АРВ-СД).
2. Каким образом находится значение напряжения на выходе АРВ-СД?

Лабораторная работа №7

1. Каким образом выполняется построение кривой Д-разбиения, что она показывает?
2. Каким образом выбирается комбинация настроенных коэффициентов, обеспечивающая общую устойчивость исследуемой системы?

6.2. Темы письменных работ

Учебным планом предусмотрена контрольная работа по теме "Управление качеством переходных процессов в многосвязных системах".

6.3. Фонд оценочных средств**Вопросы к зачёту****Раздел 1. Понятия многомерной и многосвязной системы**

- 1.1 Основные определения курса «Многомерные и многосвязные системы управления».

1.2 Качество переходных процессов.**1.3 Пример регулирования многосвязного объекта;****1.4 Понятие многосвязности системы.****Раздел 2. Граф системы управления****2.1 Структурные схемы и графы.****2.2 Правило Крамера.****2.3 Понятие узла-источника, узла-стока, пути, замкнутого контура, коэффициента передачи.****2.4 Формула Мейсона.****Раздел 3. Моделирование в переменных состояния****3.1 Стандартная форма уравнений состояния.****3.2 Векторно-матричные модели.****3.3 Свойства векторно-матричных моделей.****Раздел 4. Схемы моделирования для перехода от передаточной функции к векторно-матричной модели****4.1 Основной элемент схемы моделирования – интегратор.****4.2 Общий принцип построения схем моделирования.****4.3 Схемы моделирования канонических форм управляемости и наблюдаемости.****4.4 Процедура перехода от схемы моделирования к векторно-матричной модели. Пример.****Вопросы к экзамену:****Раздел 5. Решение уравнений состояния****4.1 Метод преобразования Лапласа. Переходная матрица состояния.****4.2 Метод преобразования Лапласа. Полное решение уравнений состояния.****4.3 Метод разложения в бесконечный ряд.****4.4 Процедура перехода от векторно-матричной модели к передаточной функции.****Раздел 6. Модели дискретных систем в переменных состояния****6.1 Понятие о моделях дискретных систем в переменных состояния. Каноническая форма программирования цифровых фильтров.****6.2 Общий вид уравнений состояния для дискретной системы.****6.3 Итерационный метод решения уравнений состояния дискретных систем.****Раздел 7. Управляемость. Наблюдаемость. Вырожденность передаточной функции****7.1 Управляемость. Критерий управляемости.****7.2 Наблюдаемость. Критерий наблюдаемости.****7.3 Вырожденность передаточной функции. Условие разрешимости.****Раздел 8. Критерии качества систем управления****8.1 Критерии качества систем управления. Постановка задачи.****8.2 Оптимальное распределение полюсов системы управления.****8.3 Показатели качества переходной характеристики;****8.4 Характеристики наиболее распространенных на практике распределений.****6.4. Перечень видов оценочных средств**

Отчёт по лабораторным работам, билеты к зачёту, экзаменационные билеты.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**7.1. Рекомендуемая литература****7.1.1. Основная литература**

Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
---------	----------	---------------	--------	-----------

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Душин С.Е., Зотов Н.С., Имаев Д.Х., Яковлев В.Б.	Теория автоматического управления: Учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 2005	31	
Л1. 2	Мирошник И.В.	Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: учебное пособие	Санкт- Петербург: Питер, 2006	16	
Л1. 3	Ерофеев А.А.	Теория автоматического управления: Учебник для вузов	Санкт- Петербург: Политехника, 2005	25	

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Ротач В.Я.	Теория автоматического управления: Учебник для вузов	Москва: МЭИ, 2005	20	
Л2. 2	Востриков А.С., Французова Г.А.	Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 2006	14	
Л2. 3	Дойников А.Н., Игнатьев И.В., Крумин О.К.	Многомерные и многосвязные системы. Управление качеством переходных процессов: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2009	65	
Л2. 4	Воропай Н.И.	Теория систем для электроэнергетиков: Учебное пособие для вузов	Новосибирск: Наука, 2000	15	

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Дойников А.Н., Крумин О.К.	Управление качеством переходных процессов в многосвязных системах: Методические указания	Братск: БрГУ, 2008	89	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронный каталог библиотеки БрГУ	http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_13/cgiirbis_64.exe? C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&LNG=
----	-------------------------------------	--

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1 Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level

7.3.1.2 MATLAB Academic new Product Concurrent Licenses

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1 Издательство "Лань" электронно-библиотечная система

7.3.2.2 «Университетская библиотека online»

7.3.2.3 Электронный каталог библиотеки БрГУ

7.3.2.4 Электронная библиотека БрГУ

7.3.2.5 Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"

7.3.2.6 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

7.3.2.7 Национальная электронная библиотека НЭБ

7.3.2.8 Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1217	Учебная аудитория	Меловая доска - 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 34 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.
------	-------------------	---

1353	Лаборатория моделирования и оптимизации управления	<p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> -системный блок AMD 690 G/FAN/1024 md (5 штук); -монитор TFT 17 LG Flatron (5 штук); -системный блок i5-2500 (5шт); -монитор TFT19 Samsung (5шт); -лабораторный стенд "Схемотехника"; -стенд-тренажер "Персональный компьютер ПК-01"; <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> - маркерная доска – 1 шт. <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> -комплект мебели (посадочных мест/АРМ) - 16/10 шт. -комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.
2201	читальный зал №1	<p>Комплект мебели (посадочных мест)</p> <p>Стеллажи</p> <p>Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря</p> <p>Выставочные шкафы</p> <p>ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.);</p> <p>принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)</p>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материал лекции учитывается при подготовке к лабораторным работам, зачёту и экзамену.

Для освоения обучающимися дисциплины и достижения запланированных результатов обучения учебным планом предусмотрены лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, подготовка и сдача зачёта, экзамена. В условиях рейтинговой системы контроля результаты текущего оценивания обучающегося используются как показатель его текущего рейтинга.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра в ходе повседневной учебной работы. Данный вид контроля стимулирует у обучающегося стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины. Обучающийся, пользуясь рабочей программой, основной и дополнительной литературой, информационными справочными системами сам организует процесс изучения дисциплины.

Самостоятельная работа способствует:

- сознательному усвоению, углублению и расширению теоретических знаний;
- формирует необходимые профессиональные умения и навыки и совершенствует имеющиеся;
- способствует более глубокому осмыслению методов научного и творческого познания конкретной дисциплины.

Основными формами такой работы являются:

- конспектирование лекций и прочитанного источника;
- проработка материалов прослушанной лекции;
- самостоятельное изучение программных вопросов, указанных преподавателем на лекциях;
- обзор и обобщение литературы по интересующему вопросу;
- подготовка к лабораторным работам, зачёту и экзамену.