

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В. Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Метод пространства состояния в теории управления
(наименование дисциплины, модуля)

Направление подготовки (специальность):

27.04.04 Управление в технических системах
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистратуры, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

Управление в технических системах (промышленность)
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация:

магистр
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения:

очная
(очная, заочная и др.)

Институт: Информационных технологий и управляющих систем

Кафедра: Технической кибернетики

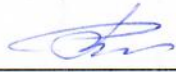
Программа составлена на основании требований:

Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1414 от 30 октября 2014 г.).

Плана учебного процесса БГТУ им. В. Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): —  И. А. Рыбин
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:
«Техническая кибернетика»
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  В. Г. Рубанов
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 25 » февраля 20 15 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » марта 20 15 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  В. Г. Рубанов
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » апреля 20 15 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, проф.  Ю. И. Солопов
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общекультурные			
1	—	—	—
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: принципы построения и математического описания элементов и систем в пространстве состояний, методы анализа устойчивости и качества, методы синтеза законов управления.</p> <p>Уметь: использовать математический аппарат и физические законы для получения математических моделей в пространстве состояний, производить расчет динамических свойств систем, осуществлять синтез корректирующих устройств и законов управления.</p> <p>Владеть: навыками работы с программным обеспечением, позволяющим производить анализ моделей систем, представленных в форме пространства состояний, и синтез управляющих устройств, обеспечивающих заданные показатели качества управления.</p>
Профессиональные			
1	—	—	—

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теория матриц

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Хаотическая динамика импульсных систем
2	Оптимальные системы управления
3	Проектирование управляемых технических систем
4	Адаптивные системы управления
5	НИР по направлению

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1	
		Всего часов	В неделю
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180	
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51	3
лекции	17	17	1
лабораторные	—	—	—
практические	34	34	2
Самостоятельная работа студентов, в т.ч.:	129	129	
Курсовой проект	—	—	
Курсовая работа	51	51	—
Расчетно-графические задания	—	—	—
Индивидуальное домашнее задание	—	—	—
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	42	42	
Форма промежуточной аттестации — экзамен	36	36	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1, семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Понятие состояния системы. Формы математических моделей пространства состояния. Формы записи уравнений систем. Передаточная матрица системы. Форма преобразования управления состоянием: метод разложения на простые дроби; метод разложения на простые множители; управляемое каноническое представление; идентификационное каноническое представление.	4	10	—	6
2	Фундаментальная матрица системы и её свойства. Свойства фундаментальной матрицы. Способы вычисления переходной матрицы: интегрирования однородного дифференцированного уравнения; разложения Лагранжа-Сильвестра; преобразование Лапласа; разложение в ряд Тейлора; матрицы собственных векторов.	1	2	—	4
3	Линеаризация уравнения состояния. Линеаризация скалярной нелинейной функции векторного аргумента. Линеаризация многомерной нелинейной функции.	1	2	—	4
4	Описание типовых сигналов переменными состоянием. Ступенчатый, импульсный, линейный, полиномиальный и гармонический сигналы.	1	2	—	5
5	Правила преобразования структурных схем. Последовательное соединение. Параллельное соединение. Обратная связь.	1	2	—	5
6	Устойчивость систем автоматического управления. Понятие об устойчивости. Оценка устойчивости по переходной матрице системы.	2	4	—	4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
7	Анализ устойчивости стационарных систем. Теоремы устойчивости. Второй метод Ляпунова. Условие Сильвестра.	2	4	—	4
8	Анализ качества систем методом пространства состояния. Обобщенные показатели качества. Управляемость динамических систем. Способы вычисления ранга матрицы. Наблюдаемость систем.	3	4	—	4
9	Синтез систем. Синтез систем с полной обратной связью по состоянию. Синтез системы с наблюдателем состояния.	2	4	—	6
ВСЕГО:		17	34	—	42

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема практического занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
семестр № 1				
1	1	Понятие состояния системы. Формы математических моделей пространства состояния.	10	6
2	2	Фундаментальная матрица системы и её свойства.	2	4
3	3	Линеаризация уравнения состояния.	2	4
4	4	Описание типовых сигналов переменными состояния.	2	5
5	5	Преобразование структурных схем.	2	5
6	6	Устойчивость систем автоматического управления.	4	4
7	7	Анализ устойчивости стационарных систем.	4	4
8	8	Анализ качества систем методом пространства состояния.	4	4
9	9	Синтез систем.	4	6
ИТОГО:			34	42

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены планом учебного процесса.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	1	Что называют состоянием системы?
1	1	Приведите примеры математических моделей пространства состояния в различной форме.
2	2	Какая матрица называется фундаментальной матрицей системы?
3	2	Перечислите свойства фундаментальной матрицы.
4	3	Как производится линеаризация уравнения состояния системы.
5	4	Приведите примеры типовых сигналов переменными состояния.
6	5	Запишите правила преобразования структурных схем для последовательного, параллельного соединения и соединения с обратной связью.
7	6	Какие системы автоматического управления называются устойчивыми?
8	6	Как оценить устойчивость системы по переходной матрице системы.
9	7	Как проводится анализ устойчивости стационарных систем по второму методу Ляпунова.
10	8	Перечислите обобщенные показатели качества процесса управления.
11	8	Что такое управляемость и наблюдаемость динамических систем?
12	9	Как происходит идентификация состояния систем с помощью фильтров полного порядка.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Тема курсового проекта: «Синтез и анализ системы регулирования методом пространства состояния».

Краткое содержание и объем курсовой работы.

Расчетно-пояснительная записка к курсовой работе объемом 25–30 страниц машинописного текста, выполненного с соблюдением требований ЕСКД как к текстовой части, так и к графическому исполнению. Она должна включать следующие разделы:

1. Введение (отражается актуальность построения и применения систем данного класса и назначения).

2. Разработка функциональной схемы и выбор функционально-необходимых элементов (осуществляется анализ существующих схемных решений, предложение по выбору рационального решения, с обоснованием такого выбора, статический расчет элементов и выбор этих элементов из существующей номенклатуры с обоснованием).

3. Разработка структурной схемы системы (построение математических моделей объекта управления и всех функционально-необходимых элементов с выводом уравнений движения и получением передаточных функций, определение передаточных функций разомкнутой и замкнутой систем).

4. Анализ динамики системы методом пространства состояния.

5. Синтез структуры системы, удовлетворяющей требуемым параметрам качества или критерию оптимальности.

6. Выводы.

7. Список литературы (в соответствии с требованиями ЕСКД).

8. Оглавление.

Объем курсового проекта: 51 час.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Домашние и расчетно-графические задания по дисциплине не предусмотрены планом учебного процесса.

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы по дисциплине не предусмотрены планом учебного процесса.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Федосенков, Б. А. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : современные разделы теории управления. Учебное пособие / Б. А. Федосенков. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологиче-

ский институт пищевой промышленности, 2014. — 153 с. — ISBN 978-5-89289-863-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61292.html>.

2. Дорф, Р. Современные системы управления : пер. с англ. / Р. Дорф, Р. Бишоп. — Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. — 831 с. — (Технический университет). — ISBN 5-93208-119-8. (8 экз.)

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебное пособие / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Физматлит, 2007. — Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. — 440 с. — ISBN 978-5-9221-0858-4. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69280>.

2. Громов, Ю. Ю. Основы теории управления : учебное пособие / Ю. Ю. Громов, В. О. Драчев, О. Г. Иванова ; Тамбовский государственный технический университет. — 2-е изд, стер. — Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. — 240 с. : ил., табл., схем. — ISBN 978-5-8265-1050-6. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277972>.

3. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. — 4-е изд., перераб. и доп.. — Спб. : Профессия, 2003. — 747 с. (52 экз.)

4. Рубанов, В. Г. Математические модели элементов и систем автоматического управления : учеб. пособие для студентов вузов / В. Г. Рубанов ; БГТУ им. В. Г. Шухова. — Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. — 157 с. : граф., рис., табл. — ISBN 978-5-361-00223-8. (26 экз.)

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. exponenta.ru [Электронный ресурс]: образовательный математический сайт. — Режим доступа: <http://exponenta.ru/> , свободный. — Загл. с экрана.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Перечень аудиторий и оборудования, используемого при проведении занятий:
— специализированный компьютерный класс для проведения практических занятий, лабораторных занятий, самостоятельной работы УК4 № 229: 15 персональных компьютеров, подключенных к сети «Интернет» и имеющих доступ в

электронно-информационную образовательную среду, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II;

— учебная аудитория для проведения практических занятий, самостоятельной работы УК4 № 231 (лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления): 6 высокопроизводительных компьютеров, подключенных к сети «Интернет» и имеющих доступ в электронно-информационную образовательную среду, проектор, 3D-принтер, 3D-сканер, стенд для исследования мобильных роботов, аналоговые вычислительные комплексы АВК-6, АВК-31, АВК-32;

— учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК4 № 323: мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель;

— читальный зал библиотеки для самостоятельной работы: компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель.

Перечень программного обеспечения, используемого при проведении занятий:

— Microsoft Windows 7 (договор №63-14к от 02.07.2014);

— Microsoft Office Professional 2013 (лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014);

— Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (лицензия № 17E017);

— Google Chrome (свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения);


— Mozilla Firefox (свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения Mozilla Public License 2.0 MPL);


— Matlab R2014b (лицензия № 362444, сетевая версия на 10 компьютеров).

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 16 » мая 20 16 г.

Заведующий кафедрой _____  _____ Рубанов В. Г.
(подпись) (ФИО)

Директор института _____  _____ Рубанов В. Г.
(подпись) (ФИО)

Список изменений и дополнений в рабочую программу

В перечень дополнительной литературы (п. п. 6.1) добавлено:

5. Рубанов, В. Г. Теория нелинейных систем автоматического управления : учеб. пособие для студентов вузов / В. Г. Рубанов. — Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. — 226 с. : табл., рис., граф. — ISBN 978-5-361-00273-3.
(28 экз.)

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 20 17 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) Рубанов В. Г.
(ФИО)

Директор института _____
(подпись) Белоусов А. В.
(ФИО)

Список изменений и дополнений в рабочую программу

В перечень дополнительной литературы (п. п. 6.1) добавлено:

6. Цветкова, О. Л. Теория автоматического управления : учебник / О. Л. Цветкова. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. — 207 с. — ISBN 978-5-4475-8334-7. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415>.

В перечне материально-технического обеспечения (п. п. 7) изменено


— Matlab R2014b (лицензия № 362444, сетевая версия на 10 компьютеров)
на

— MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox (лицензия №1145851 бессрочная).

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от « 01 » июня 20 18 г.

Заведующий кафедрой _____  _____ Рубанов В. Г.
(подпись) (ФИО)

Директор института _____  _____ Белоусов А. В.
(подпись) (ФИО)

Список изменений и дополнений в рабочую программу

В перечень основной литературы (п. п. 6.1) добавлено:

3. Рубанов, В. Г. Современные методы проектирования систем управления : учебное пособие для студентов направлений подготовки 15.04.04 — Автоматизация технологических процессов и производств, 15.04.06 — Мехатроника и робототехника, 27.04.04 — Управление в технических системах / В. Г. Рубанов, И. А. Рыбин. — Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. — 99 с.

4. Федосенков, Б. А. Теория автоматического управления: классические и современные разделы : учебное пособие / Б. А. Федосенков ; Кемеровский государственный университет. — Кемерово : КемГУ, 2018. — 322 с. : ил.,табл., схем. — ISBN 978-5-8353-2207-7. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195>.