

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева  
Кафедра «Приборы управления»

Утверждено на заседании кафедры  
«Приборы управления»  
«19» января 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой

 В.Я. Распопов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Методы пространства состояний в теории систем управления»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки  
**24.04.02 Системы управления движением и навигация**

с направленностью (профилем)  
**Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации**

Форма(ы) обучения: очная

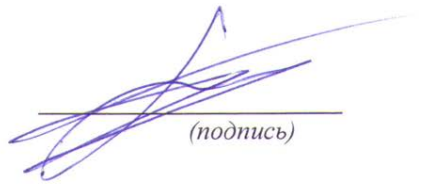
Идентификационный номер образовательной программы: 240402-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик(и):**

Погорелов М.Г., доцент, к.т.н., \_\_\_\_\_  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является изучение основ проектирования систем управления динамическими объектами с помощью матричных методов теории пространства состояний.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение и усвоение положений и методов теории пространства состояний;
- формирование навыков практического применения методов теории пространства состояний при проектировании систем управления динамическими объектами с использованием вычислительной техники;

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается во втором и третьем семестре.

## 3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) современные методы решения научно-исследовательских задач (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);
- 2) методы анализа и синтеза приборов и систем код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);

### **Уметь:**

- 1) применять методы решения научно-исследовательских задач (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2);
- 2) составлять структурные схемы и математические модели, проводить анализ параметров приборов и систем (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);
- 3) проводить оценку по результатам моделирования (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.5);

### **Владеть:**

- 1) навыками решения профессиональных задач современными методами (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);
- 2) методами оценки параметров приборов и систем код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.5).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
2	Э	4	144	12	12	12	–	2	0,25	105,75
3	ДЗ	4	144	12	12	12	–	-	0,25	107,75
Итого	–	8	288	24	24	24	–	2	0,5	213,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

### 4.2 Содержание лекционных занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Базовые концепции метода модального управления
2	Назначение матриц эталонных моделей
3	Построение требуемых характеристических полиномов
4	Синтез стабилизирующих управлений на основе метода модального управления
5	Алгоритм модального управления непрерывным объектом при полной измеримости его вектора состояния, использующий решение матричного уравнения Сильвестра
6	Способы повышения точностных показателей качества проектируемой системы управления. Синтез астатического регулятора с использованием метода модального управления
<b>3 семестр</b>	
6	Синтез регулятора с прямыми связями
7	Понятие об устройстве оценки полной и пониженной размерности
8	Решение задачи синтеза замкнутой системы с динамическим регулятором и устройством оценки полной размерности
9	Последовательность синтеза динамического регулятора с устройством оценки полной размерности

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Решение систем линейных алгебраических уравнений
2	Матричные методы решения систем линейных дифференциальных уравнений.
3	Решение задач на составление моделей линейных систем с непрерывным временем в физических переменных.
4	Решение с помощью ЭВМ задач на оценку управляемости и наблюдаемости линейных систем с непрерывным временем
5	Модели систем с дискретным временем в физических переменных. Канонические формы уравнений состояния
6	Синтез с модального управления для линейных систем с дискретным временем
<b>3 семестр</b>	
6	Синтез с помощью ЭВМ систем управления, оптимальных по среднеквадратичным критериям качества.
7	Синтез цифрового наблюдателя состояния

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

##### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>2 семестр</b>	
1	Числовые матрицы и действия над ними
2	Переход от уравнений «вход – выход» к уравнениям в переменных состояния
<b>3 семестр</b>	
3	Синтез модального управления для линейных систем с непрерывным временем
4	Моделирование на ЭВМ замкнутой системы управления с цифровым наблюдателем состояния.

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>2 семестр</b>	
1	Стандартные полиномы Ньютона, Баттерворта, Грехема-Летропа, Бесселя
2	Метод встроенной модели
<b>3 семестр</b>	
3	Решение задачи синтеза динамического регулятора с устройством оценки пониженной размерности
4	Последовательность синтеза динамического регулятора с устройством оценки пониженной размерности

## 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
2 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение и защита лабораторных работ № №1	10
		Контрольная работа	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение и защита лабораторных работ № №2	10
		Тестирование	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Выполнение курсовой работы		100
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение и защита лабораторных работ № №3	10
		Контрольная работа	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение и защита лабораторных работ № №4	10
		Тестирование	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Диф.зачет		40 (100*)
	Выполнение курсовой работы		100

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобальная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

## **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- учебная аудитория оснащенная доской для написания мелом (лекционные занятия);
- компьютерный класс (практические (семинарные) занятия);

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Макаров, Н.Н. Анализ и синтез систем автоматического управления с использованием системы MATLAB: учеб. пособие / Н.Н. Макаров, С.В. Феофилов; ТулГУ. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – 68 с. (10 экз.)
2. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления : учеб. пособие для вузов / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев .— 3-е изд., доп. и перераб .— СПб ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 .— 220 с : ил .
3. Родионов, Владимир Иванович. Теория автоматического управления. Анализ и синтез линейных систем : учебное пособие / В. И. Родионов, С. В. Телухин ; ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2014 .— 125 с. : ил.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Ким, Д.П. Сборник задач по теории автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие для вузов / Д.П. Ким, Н.Д. Дмитриева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 168 с. (3 экз.)
2. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учеб. пособие для вузов. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Д.П.Ким. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 464 с. (2 экз.)
3. Математические основы теории автоматического регулирования: учеб. пособие для вузов / В.А. Иванов, В.С. Медведев, Б.К. Чемоданов, А.С. Ющенко. – М.: Высшая школа, 1977.  
Т. 1 / под ред. Б. К. Чемоданова. – 1977. – 366 с. (16 экз.)  
Т. 2 / под ред. Б. К. Чемоданова. – 1977. – 454 с. (9 экз.)
4. Подчукаев, В.А. Аналитические методы теории автоматического управления / В.А. Подчукаев. – М.: Физматлит, 2002. – 256 с. (2 экз.)

5. Стрейц, В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем автоматического управления / В. Стрейц; пер. с англ. Э.Д. Аведьяна; под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Наука: Гл. ред. физматлит, 1985. – 296 с. (9 экз.)

6. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник : в 3 т. Т. 1. Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления / К. А. Пупков [и др.] ; под ред. Н. Д. Егупова .— М. : МГТУ им.Н. Э. Баумана, 2000 .— 744 с.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» не требуются.

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Программный пакет Mathcad;
2. Программный пакет Scilab.
3. Пакет офисных приложений «МойОфис»;

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.