

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.08.2023 14:55:03

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теория систем автоматического управления

Закреплена за подразделением

Кафедра инженерной кибернетики

Направление подготовки

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Профиль

Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 5

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 36

часов на контроль 40

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	36	36	36	36
Часы на контроль	40	40	40	40
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

Ассистент, Каменщиков Михаил Александрович

Рабочая программа

Теория систем автоматического управления

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, 01.03.04-БПМ-23.plx Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра инженерной кибернетики

Протокол от 21.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Ефимов А.Р.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Изложить основные принципы теории систем автоматического управления: для линейных динамических систем с непрерывным временем подробно рассматриваются понятия устойчивости, управляемости и наблюдаемости; излагаются подходы к оценке качества линейных систем управления; приводятся методы построения наблюдателей для линейных динамических систем, описываются методы синтеза стабилизирующей обратной связи по состоянию и по выходу, излагается алгоритм синтеза регулятора по желаемой передаточной функции. Дать представление об анализе, синтезе и моделировании линейных систем автоматического управления в среде Matlab.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Алгоритмы дискретной математики	
2.1.2	Математика	
2.1.3	Комбинаторика и теория графов	
2.1.4	Технологии программирования	
2.1.5	Физика	
2.1.6	Компьютерная и инженерная графика	
2.1.7	Объектно-ориентированное программирование	
2.1.8	Основы дискретной математики	
2.1.9	Вычислительные машины, сети и системы	
2.1.10	Программирование и алгоритмизация	
2.1.11	Специальные главы математики для Computer Science	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дискретные и нелинейные системы автоматического управления	
2.2.2	Имитационное моделирование	
2.2.3	Методы и средства обработки изображений	
2.2.4	Методы оптимизации	
2.2.5	Прикладной статистический анализ	
2.2.6	Фрактальный анализ	
2.2.7	Введение в разработку приложений дополненной и виртуальной реальностей	
2.2.8	Нейронные сети	
2.2.9	Обработка естественного языка	
2.2.10	Системный анализ и принятие решений	
2.2.11	Экспертные и рекомендательные системы	
2.2.12	Искусственный интеллект и мультиагентные системы	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Преддипломная практика для апробации темы выпускной квалификационной работы	
2.2.16	Преддипломная практика для апробации темы выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике
Знать:
ОПК-1-31 основные понятия, формулировки определений теории непрерывных, линейных систем автоматического управления.
Уметь:
ОПК-1-У1 вычислять передаточные, временные и частотные функции непрерывных, линейных систем автоматического управления.
Владеть:
ОПК-1-В1 методами анализа непрерывных, линейных систем автоматического управления.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ							
1.1	Понятие об объекте управления. Структура системы управления. Два основных подхода к построению математической модели объекта управления. /Лек/	5	5	ОПК-1-31	Л1.2Л2.2		КМ1,КМ3	
1.2	Основные задачи управления: программное управление, слежение, стабилизация. Классификация объектов и систем управления. /Пр/	5	6	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
1.3	Основные понятия и задачи теории управления. /Ср/	5	5	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
	Раздел 2. 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПИСАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ							
2.1	Представление объектов и систем управления с помощью дифференциальных уравнений в переменных “вход-выход”. Преобразование Лапласа и его свойства. /Лек/	5	5	ОПК-1-31	Л1.2Л2.2		КМ1,КМ3	
2.2	Связь между различными способами описания систем автоматического управления. /Пр/	5	6	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
2.3	Переходная и весовая функции объектов и систем автоматического управления и связь между ними. Частотные характеристики систем автоматического управления. /Ср/	5	5	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			Р3
	Раздел 3. 3. УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ							
3.1	Понятие устойчивой линейной системы. Устойчивые полиномы. /Лек/	5	5	ОПК-1-31	Л1.2Л2.2		КМ1,КМ2,КМ3	
3.2	Критерий Найквиста. Принцип аргумента для произвольных функций. /Пр/	5	6	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			

3.3	Устойчивость систем с чистым запаздыванием. Робастная устойчивость. /Ср/	5	6	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
	Раздел 4. 4. УПРАВЛЯЕМОСТЬ И НАБЛЮДАЕМОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ							
4.1	Определение управляемости. Критерий управляемости. Определение наблюдаемости. Критерий наблюдаемости. /Лек/	5	5	ОПК-1-31	Л1.2Л2.2		КМ2,К М3	
4.2	Определение управляемости. Определение наблюдаемости. /Пр/	5	4	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
4.3	Определение управляемости. Критерий управляемости. Определение наблюдаемости. Критерий наблюдаемости. /Ср/	5	5	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
	Раздел 5. 5. СТАБИЛИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ							
5.1	Стабилизация линейных стационарных систем. Задача наблюдения для линейных стационарных систем. Стабилизация обратной связью по выходу. /Лек/	5	5	ОПК-1-31	Л1.2Л2.2		КМ2,К М3	
5.2	Стабилизация линейных стационарных систем. /Пр/	5	4	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
5.3	Стабилизация линейных систем управления. /Ср/	5	5	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
	Раздел 6. 6. КАЧЕСТВО ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ							
6.1	Показатели качества в переходном режиме. Интегральные показатели качества. Показатели качества в установившемся режиме. Астатические системы управления. /Лек/	5	5	ОПК-1-31	Л1.2Л2.2		КМ2,К М3	
6.2	Интегральные показатели качества. Астатические системы управления. /Пр/	5	4	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
6.3	Качество линейных систем управления. /Ср/	5	5	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
	Раздел 7. 7. СИНТЕЗ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ							

7.1	Типовые алгоритмы управления. Параметрический синтез систем управления. Структурный синтез регулятора по желаемой передаточной функции. /Лек/	5	4	ОПК-1-31	Л1.2Л2.2		КМ2,КМ3	
7.2	Структурный синтез регулятора по желаемой передаточной функции. /Пр/	5	4	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			
7.3	Синтез линейных систем управления /Ср/	5	5	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Самостоятельная работа №1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как называют канал связи, по которому поступает информация о состоянии объекта управления в устройство управления? 2. Какая из типовых задач управления реализуется в системе управления ракетой класса «воздух-воздух» с системой самонаведения на цель (задающее воздействие неизвестно)? 3. Что называют передаточной функцией линейной стационарной непрерывной системы с одним входом и одним выходом? 4. Что является изображением по Лапласу функции $x(t) = 1$? 5. Какая весовая функция соответствует системе с переходной функцией $h(t) = \exp(-2t) - 1$? 6. Найти весовую функцию, соответствующую передаточной функции $W(s) = (3s+5)/(s^2+4s+3)$? 7. Пусть линейная стационарная система задана в пространстве состояний уравнениями $x' = Ax + Bu$ и $y = Cx$. Найти передаточную функцию, соответствующую данной системе? 8. Найти матрицу Гурвица H для полинома $p(s) = s^4 + 2s^3 + s + 4$.
КМ2	Самостоятельная работа №2	ОПК-1-В1;ОПК-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чему равно число правых полюсов передаточной функции $W(s) = (s-1)/((s+1)(s^2-s+1))$? 2. Какое условие для элементов таблицы Рауса является необходимым и достаточным условием устойчивости полинома? 3. Найти полином Q_1 Харитонова для заданного интервального полинома четвертой степени. 4. Определить матрицу управляемости для пары матриц: $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 2 & -2 & 1 \\ 3 & -1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$. 5. Определить каноническую форму управляемости \hat{A}, \hat{B} для пары матриц: $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$. 6. Какая теорема используется при доказательстве критериев управляемости и наблюдаемости? 7. Какой степенью устойчивости обладает САУ с ПФ: $W(s) = \frac{1}{s^2+6s+8}$. 8. Найти $y_{\infty}(t)$ для системы, заданной уравнением $\ddot{y} + 5\dot{y} + 6y = \dot{g} + g$ с начальными условиями $y(0) = 0, \dot{y}(0) = g(0)$ и задающим воздействием $g(t) = \sin(t)$.

КМЗ	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	<p>1. Основные понятия и задачи теории управления.</p> <p>1.1 Понятие об объекте управления. Структура системы управления. Разомкнутые и замкнутые системы управления. Основные принципы управления. Пример системы управления.</p> <p>1.2 Два основных подхода к построению математической модели объекта управления. Основные задачи управления: программное управление, слежение, стабилизация. Классификация объектов и систем управления. Пример системы управления.</p> <p>2. Математические методы описания линейных систем автоматического управления.</p> <p>2.1 Представление объектов и систем управления с помощью дифференциальных уравнений в переменных “вход-выход”. Метод пространства состояний. Приведение уравнений “вход-выход” к системе дифференциальных уравнений в пространстве вектора состояния (переход от ОДУ к ПС, $n=2$).</p> <p>2.2 Преобразование Лапласа и его свойства. Метод передаточных функций. Переход от ПС к ПФ. Инвариантность передаточной функции при невырожденных преобразованиях пространства состояний. Матричная экспонента. Общее решение линейной стационарной системы (формула Коши).</p> <p>2.3 Структурное представление объектов и систем управления. Основные элементы и типы преобразования структурных схем. Определение перекрещивающейся связи. Правила преобразования структурных схем. Вычисление ПФ при наличии перекрещивающихся связей (пример). Алгебраический способ нахождения ПФ по структурной схеме (пример). Представление объекта управления, заданного уравнением «вход-выход» в виде структурной схемы, содержащей только интеграторы и усилители.</p> <p>2.4 Связь между различными способами описания систем автоматического управления (переходы от ПФ к ПС, от ПФ к ОДУ ($n=2$), от ПФ к ИУ), (ПС, ОДУ, ИУ, ПФ и временные функции, без перехода от ОДУ к ПС).</p> <p>2.5 Переходная и весовая функции объектов и систем автоматического управления и связь между ними. Нахождение временных функций по данной модели в пространстве состояний.</p> <p>2.6 Частотные характеристики систем автоматического управления. АЧХ и ФЧХ системы. Физический смысл частотной характеристики и прохождение гармонического сигнала через линейное звено. Подход к идентификации линейных объектов с помощью частотных характеристик.</p> <p>3. Устойчивость линейных систем автоматического управления</p> <p>3.1 Понятие устойчивой линейной системы. Определение устойчивости по Ляпунову, асимптотической устойчивости для линейных систем. Основное условие устойчивости линейной системы. Критерий устойчивости в пространстве состояний (доказательство).</p> <p>3.2 Устойчивые полиномы. Необходимое условие устойчивости (доказательство). Алгебраические критерии устойчивости полиномов (Рауса, Гурвица).</p> <p>3.3 Частотные критерии устойчивости полиномов. Принцип аргумента (доказательство). Критерий устойчивости Михайлова (доказательство).</p> <p>3.4. Критерий Найквиста (доказательство). Случай наличия нулевых корней.</p> <p>3.5 Устойчивость систем с чистым запаздыванием. Пример.</p> <p>3.6 Робастная устойчивость. Полиномы Харитонова. Теорема Харитонова (доказательство). Следствие из теоремы Харитонова.</p> <p>4. Управляемость и наблюдаемость линейных систем</p> <p>4.1 Определение управляемости. Критерий управляемости (доказательство). Каноническая форма управляемости (доказательство). Пример.</p> <p>4.2 Определение наблюдаемости. Критерий наблюдаемости (доказательство). Каноническая форма наблюдаемости (доказательство). Пример. Принцип двойственности</p>
-----	---------	----------------------------	---

управляемости и наблюдаемости.

5. Стабилизация линейных систем управления

5.1 Стабилизация линейных стационарных систем. Стабилизация обратной связью по состоянию. Обоснование метода.
 5.2 Задача наблюдения для линейных стационарных систем. Синтез наблюдателя Люенбергера. Обоснование метода.
 5.3 Стабилизация линейных стационарных систем. Стабилизация обратной связью по выходу. Принцип разделения задач стабилизации и наблюдения.

6. Качество линейных систем управления

6.1 Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества. Корневые показатели. Исследование степени устойчивости полинома. При-мер. Интегральные показатели качества. Пример.
 6.2 Показатели качества в установившемся режиме. Установившаяся ошибка (коэффициенты ошибок). Астатические системы управления. Вычисление ко-эффициентов ошибок. Пример. Частотные показатели качества.

7. Синтез линейных систем управления

7.1 Типовые алгоритмы управления. Параметрический синтез систем управ-ления. Пример.
 7.2 Структурный синтез регулятора по желаемой передаточной функции. Фи-зическая реализуемость и грубость регулятора. Пример.

Список базовых определений и понятий курса

1. Цель управления
2. Передаточная функция (в операторной форме и по Лапласу)
3. Переходная функция
4. Весовая функция
5. Устойчивый многочлен
6. Устойчивое по Ляпунову решение системы ОДУ (в терминах ε - δ)
7. Асимптотически устойчивое решение системы ОДУ (в терминах ε - δ)
8. Основное условие устойчивости системы управления
9. Преобразование Лапласа
10. Передаточная функция обратного соединения
11. Характеристический вектор
12. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ)
13. Критическое запаздывание и критическая частота (условия поиска)
14. Управляемость САУ
15. Наблюдаемость САУ
16. Установившийся режим и переходный режим при типовых сигналах
17. Статическая ошибка
18. Астатическая система управления
19. САУ имеет r -й порядок астатизма
20. Статическая система управления
21. Робастно устойчивый полином
22. Робастная система управления
23. Полиномы Харитонова
24. Модальное управление
25. Наблюдатель Люенбергера
26. Прямые показатели качества (время регулирования, время нарастания)
27. Прямые показатели качества (перерегулирование, колебательность)
28. Косвенные показатели качества (степень колебательности, степень устойчивости)
29. Интегральные показатели качества $J20, J21$.
30. Равенство Парсеваля.

			31. Формулы вычисления коэффициентов ошибок для астатических (астатизм порядка r) систем. 32. Типовые законы управления.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Контрольная работа №1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Работа состоит из четырех задач на темы: Математическое описание систем управления. Алгебраические критерии устойчивости.
P2	Контрольная работа №2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Работа состоит из четырех задач на темы: Частотные критерии устойчивости, устойчивость систем с чистым запаздыванием, робастная устойчивость. Управляемость и наблюдаемость линейных систем управления.
P3	Лабораторная работа №1	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Работа состоит из задания на тему: Физический смысл частотных характеристик. Кроме того, необходимо написать программу, представляющую собой список команд на одном из языков программирования и решающую предложенное задание.
P4	Лабораторная работа №2	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Работа состоит из задания на тему: Синтез системы управления по желаемой передаточной функции. Модальное управление. Кроме того, необходимо написать программу, представляющую собой список команд на одном из языков программирования и решающую предложенное задание.
P5	Лабораторная работа №3	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Работа состоит из задания на тему: Синтез регулятора путем моделирования переходного процесса нормированной передаточной функции. Кроме того, необходимо написать программу, представляющую собой список команд на одном из языков программирования и решающую предложенное задание.
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
<p>Экзаменационный билет состоит из блиц-опроса (3 случайных определения), 2-х теоретических вопросов и одной задачи. Задачи в билетах являются типовыми и подобные задачи решаются по ходу выполнения работ дисциплины.</p> <p>Пример экзаменационного билета:</p> <p>Кафедра АСУ</p> <p>Экзаменационный билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулировать и доказать критерий Найквиста. Объяснить случай наличия нулевых корней. 2. Перечислить типовые алгоритмы управления. Привести пример параметрического синтеза систем управления. 3. Исследовать устойчивость замкнутой системы по критерию Найквиста при следующей передаточной функции в разомкнутом состоянии: $W(s)=(s+8)/(2*s^2-3*s+3)$. <p>Блиц-опрос:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулировать определение весовой функции. 2. Сформулировать определение преобразования Лапласа. 3. Записать формулы вычисления коэффициентов ошибок для астатических (астатизм порядка r) систем. 			
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)			
<p>Итоговая оценка определяется на основании результатов работы в семестре (контрольных работ по практике (8 баллов), самостоятельных работ по теории (2 балла), лабораторных работ (3 балла)) и ответа на экзамене.</p> <p>Шкала оценивания результатов работы в семестре</p> <p>Оценка Критерий оценивания (сумма набранных баллов за "практику", "теорию", "лабораторные работы", соответственно)</p> <p>«Отлично» - "практика"≥ 6; "теория"≥ 1.6; "лабораторные работы"$= 3$</p> <p>«Хорошо» - "практика"≥ 5; "теория"≥ 1.3; "лабораторные работы"$= 3$</p> <p>«Удовлетворительно» - "практика"≥ 4; "теория"≥ 1; "лабораторные работы"$= 3$</p> <p>«Неудовлетворительно» - "практика"< 4; "теория"< 1; "лабораторные работы"< 3</p> <p>Итоговая оценка не может отличаться от оценки за работу в семестре более чем на один балл в большую сторону.</p>			
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ			
6.1. Рекомендуемая литература			
6.1.1. Основная литература			

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Дмитриева В. В.	Практикум для самостоятельной подготовки к практическим занятиям по дисциплине "Теория автоматического управления": учеб. пособие для студ., обуч. по спец. 220201 "Управление и информатика в технических системах"	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2012
Л1.2	Нетушил А. В.	Теория автоматического управления: учебник для студ.	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1976

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Дмитриева В. В.	Практикум для самостоятельной подготовки к практическим занятиям по дисц. "Теория автоматического управления": учеб. пособие для студ., обуч. по спец. 220201 "Управление и информатика в технических системах"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2008
Л2.2	Душин С. Е., Зотов Н. С., Имаев Д. Х., др., Яковлев В. Б.	Теория автоматического управления: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки бакалавров и магистров "Автоматизация и управление"	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 2003

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	LMS Canvas
П.2	MS Teams
П.3	MATLAB

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Документация Matlab (https://docs.exponenta.ru/)
И.2	Matlab Documentation (https://mathworks.com/help/matlab/)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Л-826	Лаборатория	доска и маркеры, персональные компьютеры ОС Windows с администраторскими правами доступа, с проводными сетевыми платами, с COM-портами количеством не менее 6, сетевое коммуникационное оборудование CISCO: 6 коммутаторов и 6 маршрутизаторов, обжатые кабели витая пара прямые и кроссовые количеством не менее 12 каждый, консольные кабели количеством не менее 6
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для изучения дисциплины рекомендуется изучать тему занятия до его проведения, используя рекомендованную литературу.