



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.06 Теория автоматического управления

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Электроника и робототехника

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4		-
Семестр/триместр	7		-

Лекции	40		-
Лабораторные занятия	20		-
Практические (семинарские) занятия	20		-
в т.ч. практическая подготовка	2		
Консультации	-		-
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен - 0,3		-
Контроль	9		-
Иные формы работы	-		-
Самостоятельная работа	126,7		-

Всего часов: 216

Трудоемкость: 6 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:
кандидат педагогических наук, доцент _____

Зайцева И.Н.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: формирование у студентов основ теории автоматического управления, необходимой при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств автоматики и управления; освоение основных принципов построения систем управления, форм представления и преобразования моделей систем, методов анализа и синтеза линейных и нелинейных систем управления при детерминированных и случайных воздействиях.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление студентов с современным состоянием теории автоматического управления;
- привитие студентам навыков теоретического анализа и синтеза систем автоматического управления;
- привитие студентам навыков экспериментального проектирования и исследования систем автоматического управления.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина Б1.В.01.06 «Теория автоматического управления» реализуется в рамках модуля 5 «Робототехника» части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2	Знать: - способы проектирования решения конкретной задачи проекта, определения оптимальных способов ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: - способы проектирования решения конкретной задачи проекта, определения оптимальных способов ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
	Уметь: качественно решать конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время	Умеет: качественно решать конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время
	Владеть: - навыками определения ожидаемых результатов решения поставленных задач	Владеет: навыками определения ожидаемых результатов решения поставленных задач
ПКС-1	Знает: - физические и механические характеристики конструкционных материалов;	Знать: - основные положения теории управления, принципы и методы построения, преобразования

	<ul style="list-style-type: none"> - основы схемотехники и современную элементную базу изделий детской и образовательной робототехники, - современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических задач, основные принципы конструкции робототехнических систем. 	<p>моделей систем управления (СУ), методы расчёта СУ по линейным и нелинейным моделям при детерминированных и случайных воздействиях</p>
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить построение монтажных и принципиальных схем, осуществлять расчет электрических цепей для схем изделий детской и образовательной робототехники; - применять выбранные языки программирования для написания программного кода; - проверять работоспособность программного обеспечения, загруженного в макеты, и опытные образцы образовательных робототехнических систем и изделий детской и образовательной робототехники. 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять принципы и методы построения моделей, методы анализа и синтеза при исследовании линейных и нелинейных систем автоматического управления при детерминированных и случайных воздействиях
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами построения кинематических схем узлов изделий детской и образовательной робототехники; - навыками разработки электрических схем изделий детской и образовательной робототехники; - методами написания программного кода для изделий детской и образовательной робототехники с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными. 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципами и методами анализа и синтеза линейных и нелинейных систем автоматического управления при детерминированных и случайных воздействиях.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. Основные понятия, история развития и задачи ТАУ. Математическое описание линейных	70	16	6	8	40
2.	Тема 1. Краткая история возникновения и развития ТАУ. Основные понятия и определения. Классификация САУ. Общая характеристика процессов в САУ	8	2	-	-	6
3.	Тема 2. Статические характеристики элементов и систем. Дифференциальные уравнения и передаточные функции.	10	4	-	-	6
4.	Тема 3. Частотные функции и характеристики: амплитудно-фазовая; вещественная: мнимая: амплитудная: фазовая: логарифмические амплитудная и фазовая.	10	2	2	-	6
5.	Тема 4. Временные функции и характеристики: переходная и импульсная переходная.	10	2	2	-	6
6.	Тема 5. Классификация типовых динамических звеньев. Минимально- и неминимально фазовые звенья. Минимально фазовые динамические звенья и их характеристики (пропорциональное звено. интегрирующее, идеальные дифференцирующее и форсирующее. инерционное, звенья второго порядка). Реализация минимально фазовых звеньев на операционных усилителях.	20	4	-	6	10
7.	Тема 6. Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем. Передаточные функции линейных непрерывных систем	12	2	2	2	6
8.	Раздел 2. Устойчивость линейных САУ	38	8	4	2	24
9.	Тема 7. Понятие устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости: алгебраические, Михайлова, Найквиста	10	2	-	2	6

10.	Тема 8. Физическое понятие устойчивости. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости: алгебраический Гурвица и частотные Михайлова и Найквиста.	10	2	2	-	6
11.	Тема 9. Понятие критического (граничного) значения варьируемого параметра. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.	8	2	-	-	6
12.	Тема 10. Понятие и меры запасов устойчивости. Обеспечение заданных запасов устойчивости	10	2	2	-	6
13.	Раздел 3. Оценка качества регулирования	50,7	8	6	6	30,7
14.	Тема 11. Показатели качества регулирования: точность в установившемся режиме, длительность переходного процесса, перерегулирование, колебательность.	8	2	-	-	6
15.	Тема 12. Статические и астатические системы, порядок астатизма. Критерии качества переходного процесса: частотные, корневые, интегральные.	10	2	-	2	6
16.	Тема 13. Построение переходного процесса путем непосредственного перехода от изображения к оригиналу через обратное преобразование Лапласа.	10	2	2	-	6
17.	Тема 14. Применение программных пакетов для построения переходного процесса и решения прочих задач теории автоматического управления.	22,7	2	4	4	12,7
18.	Раздел 4. Системы дискретного действия	34	8	4	4	18
19.	Тема 15. Разновидности дискретных систем: релейные, импульсные, и цифровые. Виды импульсной модуляции.	10	2	-	2	6

20.	Тема 16. Основы математического описания линейных САУ с амплитудно-импульсной модуляцией: уравнения в конечных разностях и дискретные передаточные функции.	12	4	2	-	6
21.	Тема 17. Дискретное преобразование Лапласа, Z - преобразование и W - преобразование. Устойчивость дискретных систем. Применение критериев устойчивости для анализа дискретных САУ. Частотные характеристики.	12	2	2	2	6
22.	Контроль:	9	-	-	-	-
23.	Консультации	-	-	-	-	-
24.	Форма отчетности: экзамен	0,3	-	-	-	-
25.	Итого за 7 семестр	216	40	20	20	126,7
26.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	2	--
27.	ИТОГО	216	40	20	20	126,7

Очно-заочная форма обучения (не реализуется)

Заочная форма обучения (не реализуется)

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей) и осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование, тесты и лабораторные работы. Внутрисеместровая аттестация проводится в форме контрольной работы.

Типовой вариант контрольной работы

Тестовые задания

1. Какая типовая задача управления реализуется в автоматическом манипуляторе, используемом для раскроя листового металла?

- 1) стабилизации;
- 2) программное управление;
- 3) слежения;
- 4) финитное управление.

2. Каков характер изменения во времени задающего воздействия у следящей системы?

- 1) изменяемая во времени по заранее неизвестному закону величина;
- 2) неизменная во времени величина;
- 3) изменяемая во времени по заранее известному закону величина;
- 4) нарастающая с течением времени величина.

3. Что называется передаточной функцией линейной стационарной обыкновенной непрерывной системы с одним входом и одним выходом?

- 1) отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к изображению по Лапласу входного сигнала при нулевых начальных условиях,
- 2) отношение выходного сигнала к входному,
- 3) отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях,
- 4) отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к изображению по Лапласу входного сигнала.

4. Какое условие является необходимым и достаточным для устойчивости системы второго порядка?

- 1) все коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки
- 2) положительность одного коэффициента характеристического уравнения
- 3) положительность двух коэффициентов характеристического уравнения
- 4) положительность коэффициентов a_1 и a_2 характеристического уравнения.

5. Об устойчивости каких систем (замкнутых или разомкнутых) судят по амплитудно-фазовой частотной характеристике разомкнутой системы, используя критерий Найквиста?

- 1) разомкнутых
- 2) замкнутых с положительной обратной связью
- 3) замкнутых с отрицательной обратной связью
- 4) и разомкнутых и замкнутых.

6. Какой эффект обычно стремятся получить в системе автоматического регулирования за счет включения в алгоритм ПИД-регулятора интегральной составляющей?

- 1) повысить динамическую точность
- 2) улучшить качество переходных процессов
- 3) повысить статическую точность
- 4) повысить быстродействие системы.

7. В корневых критериях качества степень устойчивости η определяет

- 1) запасы устойчивости
- 2) точность
- 3) быстродействие системы
- 4) перерегулирование.

8. При синтезе системы методом логарифмических характеристик какое из условий является основным при формировании высокочастотной части желаемой ЛАЧХ синтезируемой системы?

- 1) максимальная простота корректирующего устройства
- 2) обеспечение требований по быстродействию
- 3) обеспечение требований по перерегулированию
- 4) обеспечение требований по точности

9. Типовым линейным звеном называют:

- 1) такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами;
- 2) такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным алгебраическим уравнением не выше второго порядка;
- 3) такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются полиномом не выше второго порядка;
- 4) такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным дифференциальным уравнением с переменными коэффициентами;
- 5) такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным алгебраическим уравнением не выше третьего порядка;

10. Безынерционным усилительным звеном системы называют звено:

- 1) у которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна входной величине;
- 2) у которого выходная величина в любой момент времени равна входной величине;
- 3) у которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна интегралу от входной величины;
- 4) у которого выходная величина в каждый момент времени в целое число раз больше входной величины;
- 5) у которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна входной величине с противоположным знаком;

11. Апериодическим называется звено:

- 1) в котором при подаче на вход сигнала в виде единичной функции выходная величина изменяется по экспоненциальному закону, асимптотически стремясь к новому установившемуся значению;
- 2) в котором при подаче на вход сигнала в виде единичной функции выходная величина изменяется пропорционально интегралу во времени от входной величины;
- 3) в котором при подаче на вход сигнала в виде единичной функции выходная величина пропорциональна производной по времени от входной величины;
- 4) в котором при подаче на вход сигнала в виде единичной функции выходная величина изменяется пропорционально входной величине;
- 5) верными являются ответы 1) и 3);

12. Колебательным называется такое звено:

- 1) у которого переход выходной величины от одного установившегося значения до другого при подаче на вход единичного скачка сопровождается гармоническим колебанием;
- 2) у которого переход выходной величины от одного установившегося значения до другого при подаче на вход единичного скачка сопровождается затухающими гармоническими колебаниями (запас энергии в звене уменьшается);
- 3) у которого переход выходной величины от одного установившегося значения до другого при подаче на вход единичного скачка сопровождается незатухающими гармоническими колебаниями;
- 4) у которого переход выходной величины от одного установившегося значения до другого при подаче на вход единичного скачка сопровождается гармоническими колебаниями с нарастающей амплитудой (запас энергии в звене увеличивается);
- 5) верными являются ответы 3) и 4);

13. Интегрирующим называется звено:

- 1) в котором выходная величина пропорциональна интегралу во времени от входной величины;
- 2) в котором скорость изменения выходной величины пропорциональна входной величине;
- 3) в котором выходная величина при подаче на вход единичного скачка линейно зависит от времени;
- 4) в котором при подаче на вход гармонического сигнала фаза выходного сигнала сдвигается на 90 градусов;
- 5) верными являются ответы 1), 3) и 4);

14. Дифференцирующим называют звено:

- 1) в котором выходная величина пропорциональна производной во времени от входной величины;
- 2) в котором выходная величина пропорциональна скорости изменения входной величины;

- 3) в котором выходная величина является линейной функцией времени;
- 4) в котором выходная величина пропорциональна входной величине;
- 5) верными являются ответы 1) и 2);

15. Передаточной функцией звена называется:

- 1) отношение изображения функции сигнала на выходе звена к изображению функции возмущающего воздействия на входе при нулевых начальных условиях;
- 2) отношение амплитуды выходного сигнала звена к амплитуде входного сигнала звена;
- 3) отношение модуля комплексной амплитуды выходного сигнала звена к модулю комплексной амплитуды входного сигнала звена;
- 4) зависимость от частоты отношения амплитуды колебаний на выходе звена к амплитуде колебаний на его входе;
- 5) верными являются ответы 2) и 3);

16. Последовательное соединение звеньев - это такое соединение, при котором:

- 1) выходная величина предыдущего звена является входной величиной последующего звена;
- 2) результирующая передаточная функция равна произведению передаточных функций отдельных звеньев;
- 3) результирующая передаточная функция равна сумме передаточных функций отдельных звеньев;
- 4) верными являются ответы 1) и 2);
- 5) верными являются ответы 1) и 3);

17. Параллельное соединение звеньев - это такое соединение, при котором:

- 1) входная величина поступает на входы всех звеньев, а выходная величина является суммой выходных величин отдельных звеньев;
- 2) результирующая передаточная функция равна произведению передаточных функций отдельных звеньев;
- 3) результирующая передаточная функция "сложного" звена равна сумме передаточных функций отдельных звеньев;
- 4) правильными являются ответы 1) и 3);
- 5) правильными являются ответы 2) и 3);

18. Критерий устойчивости Найквиста позволяет:

- 1) судить об устойчивости замкнутой системы автоматического регулирования по виду амплитудно-фазовой характеристики разомкнутой системы;
- 2) судить об устойчивости замкнутой системы автоматического регулирования по виду амплитудно-фазовой характеристики замкнутой системы;
- 3) судить об устойчивости замкнутой системы автоматического регулирования по виду логарифмической амплитудно-частотной характеристики замкнутой системы;
- 4) судить об устойчивости замкнутой системы автоматического регулирования по виду логарифмической амплитудно-частотной характеристики петлевого усиления;
- 5) судить об устойчивости замкнутой системы автоматического регулирования по виду логарифмической амплитудно-частотной характеристики разомкнутой системы;

19. Перерегулированием называют:

- 1) абсолютное значение отклонения управляемой величины в переходном процессе от установившегося значения после окончания переходного процесса;
- 2) значение максимального отклонения управляемой величины в переходном процессе, отнесенное к установившемуся значению управляемой величины после окончания переходного процесса, выраженное в процентах;
- 3) значение максимального выброса управляемой величины в переходном процессе отнесенное к установившемуся значению управляемой величины после окончания переходного процесса, выраженное в процентах;
- 4) модуль максимального отклонения управляемой величины в переходном процессе от установившегося значения после окончания переходного процесса;
- 5) отношение минимальной амплитуды выброса на переходной характеристике, отнесенное к максимальной амплитуде выброса, выраженное в процентах ;

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов:

**Вопросы к экзамену
(7 семестр, очная форма обучения)**

1. Понятие управления. Автоматическое и автоматизированное управление.
2. Классификация систем автоматического управления (САУ).
3. Функциональные схемы САУ: разомкнутые и замкнутые САУ.
4. Основы структурного анализа.
5. Временные характеристики звеньев и систем.
6. Частотные характеристики звеньев и систем.
7. Уравнения звеньев и систем. Линеаризация.
8. Типовые звенья и их характеристики.
9. Основные законы регулирования.
10. Понятие устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости.
11. Алгебраические критерии устойчивости.
12. Критерий устойчивости Михайлова.
13. Критерий устойчивости Найквиста.
14. D-разбиение.
15. Точность САУ в типовых режимах.
16. Оценка качества регулирования по переходной характеристике.
17. Корневые критерии качества.
18. Частотные критерии качества.
19. Общие методы повышения точности.
20. Теория инвариантности и комбинированное управление.
21. Корректирующие средства.

22. Основные принципы повышения запаса устойчивости.
23. Методы синтеза линейных САУ

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Аббасова, Т. С. Теория автоматического управления: учебное пособие:/ Т. С. Аббасова, Э. М. Аббасов. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 62 с.– [Электронный ресурс]/ – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=594520>

4.2. Дополнительная литература

1. Самусевич Г. А. Радиоавтоматика: лабораторный практикум / Г.А. Самусевич. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 49с. – ISBN - 978-5-321-02373-0 [Электронный ресурс]. – URL : http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=276465.
2. Малышев, И.В. Основы систем радиоавтоматики: учебное пособие: / И.В. Малышев, Н.В. Паршина. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2019. – 152 с. - ISBN 978-5-9275-3381-7: ил., схем. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598616>.
3. Цветкова, О. Л. Теория автоматического управления: учебник: / О. Л. Цветкова. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 209 с. ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. [Электронный ресурс] – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415>

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы;	Свободный доступ

		каталог экскурсий и обучающих программ.	
--	--	---	--

VI.СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы осуществляются в специализированной лаборатории, которая содержит учебный стенд ««Радиоавтоматика – линейные непрерывные и импульсные системы»».

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

IX. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Дополнения и изменения в рабочей программе на ____/____ уч. год.

Дополнения и изменения рассмотрены на заседании кафедры протокол № ____ от
«__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой: _____ / _____/