

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомной энергетики»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Теория автоматического управления»

**Направления подготовки**  
«15.03.01 Машиностроение»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных  
машиностроительных производств»

**Квалификация выпускника**  
*Бакалавр*

**Форма обучения**  
Очная

## Цель освоения дисциплины

Изучение и получение практических навыков использования методов автоматического управления для повышения эффективности производства продукции с оптимальными техническими показателями путем применения средств автоматизации.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение теоретических основ автоматического управления;
- принципов построения систем автоматического управления (САУ);
- методов анализа и синтеза САУ;
- методов математической формализации статических и динамических характеристик САУ и элементов систем;
- формированию практических знаний по построению и исследованию процессов САУ.
- сформировать компетенции у обучающихся согласно ОС НИЯУ МИФИ.

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для изучения дисциплины «Теория автоматического управления» студент должен: знать основные законы естественнонаучных дисциплин, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности, уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, владеть методикой поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: Математика, Физика, Информатика, Математическое моделирование технологических процессов и систем/ Стандартные программные пакеты и средства для моделирования технологических объектов, Электротехника и электроника.

Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин «Автоматизация производственных процессов в машиностроении», при прохождении производственной (технологической) и производственной (преддипломной) практик, а также в рамках Государственной итоговой аттестации.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

общефессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<p>З-ОПК-1 Знать: основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений</p> <p>У-ОПК-1 Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; использовать основные методы химического исследования веществ и соединений</p> <p>В-ОПК-1 Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях; методами обработки и интерпретации результатов эксперимента</p>
ОПК-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	<p>З-ОПК-6 Знать: источники информации, необходимой для реализации профессиональной деятельности</p> <p>У-ОПК-6 Уметь: осуществлять поиск информации, необходимой для решения задач профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий и электронно-библиотечных систем</p> <p>В-ОПК-6 Владеть: технологиями поиска информации в глобальных и локальных сетях и электронно-библиотечных системах для решения задач профессиональной деятельности</p>

**Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (В15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах

		деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.	профессионального мастерства. 3.Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов
	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических студенческих исследований современных производственных систем; проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 6-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

### Очная форма обучения

### Календарный план

№ Р	№ Т	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)	Аттеста ция	Макси маль-
--------	--------	---	--	----------------	----------------

а з д е л а	е м ы		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС	раздела (форма)	ный балл за раздел
<b>1 раздел. Анализ систем автоматического управления</b>									
1	1	Основные понятия и определения ТАУ. Классификация САУ	6	2		4/4	10		
1	2	Математическое описание САУ. Типовые звенья САУ	12	4		4	10		
1	3	Устойчивость САУ.	28	4		4	10		
1	4	Показатели качества САУ.	20	6		4	10	T1	25 б.
<b>2 раздел. Синтез систем автоматического управления</b>									
2	5	Задачи синтеза САУ	10	4			10		
2	6	Повышение точности регулирования. Инвариантность к воздействиям	10	4		8	10		
2	7	Синтез систем методом желаемой ЛАЧХ. Корректирующие устройства	15	4/4		4/4	10		
2	8	Расчет параметров ПИД-регулятора	7	4		4	10	T2	25 б.
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>144/12</b>	<b>32/4</b>		<b>32/8</b>	<b>80</b>	<b>Экзамен</b>	<b>50 б.</b>

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>Основные понятия и определения</b> Определения. Объект управления, его статическая и динамическая характеристика. Типовая функциональная схема САУ. <b>Классификация систем автоматического управления</b> Классификация по характеру динамических процессов (непрерывность, линейность). Классификация по характеристикам управления (по принципу управления, по управляющему воздействию, по свойствам в установившемся режиме). Классификация по другим признакам	2	1-18
<b>Математическое описание систем автоматического управления</b> Основные типовые управляющие воздействия. Передаточные функции. Частотные характеристики. Временные характеристики. Структурные схемы линейных систем и их преобразования <b>Типовые звенья САУ.</b> Безынерционное звено. Аperiodическое звено. Колебательное звено	4	1-18

(колебательное, апериодическое 2 порядка, консервативное). Идеальное интегрирующее звено. Реальное интегрирующее звено. Изодромное интегрирующее звено. Звено чистого запаздывания.		
<b>Устойчивость САУ. Алгебраические критерии устойчивости.</b> Понятие устойчивости. Определение устойчивости по Ляпунову. Алгебраические критерии устойчивости: Рауса, Гурвица. <b>Частотные критерии устойчивости.</b> Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста. Анализ устойчивости по логарифмическим характеристикам. Запасы устойчивости по фазе и амплитуде.	4	1-18
<b>Показатели качества переходных процессов.</b> Прямые показатели качества по задающему воздействию. Прямые показатели качества по возмущающему воздействию. Корневые методы оценки качества. Частотные показатели качества. Интегральные показатели качества. <b>Показатели качества в статическом режиме</b> Регулировочная и внешняя статическая характеристика. Ошибки в статическом режиме.	6	1-18, 23
<b>Задачи синтеза систем управления</b> Обзор основных задач синтеза систем автоматического управления.	4	1-18
<b>Повышение точности регулирования. Инвариантность к воздействиям.</b> Увеличение коэффициента усиления разомкнутой цепи. Повышение точности увеличением порядка астатизма. Последовательная компенсация воздействия. Параллельная компенсация воздействия. Обеспечение инвариантности за счет обратной связи. Корректирующие устройства по задающему воздействию.	4	1-18
<b>Синтез систем методом желаемой ЛАЧХ. Корректирующие устройства.</b> Построение желаемой ЛАЧХ в области низких, средних и высоких частот. Вычисление передаточных функций корректирующих устройств Последовательное, параллельное корректирующее устройство и устройство в обратной связи. Техническая реализация аналоговых линейных регуляторов. Активные и пассивные четырехполюсники	4	1-18
<b>Расчет параметров ПИД-регулятора</b> Обзор типовых регуляторов САУ: И-регулятор, П-регулятор, ПИ-регулятор, ПИД-регулятор, ПД-регулятор, фильтр. Принцип расчета. Типовые настройки контуров управления. Расчет регулятора для апериодического объекта управления. Расчет регулятора для объекта в виде апериодического звена 2 порядка.	4	1-18

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Составление функциональных схем систем автоматического управления.	4	1-18
Типовые звенья систем автоматического управления	4	19
Анализ устойчивости системы автоматического управления	4	20
Анализ качества систем автоматического управления	4	23
Исследование точности САУ в статическом режиме. Повышение	4	21

точности САУ		
Синтез систем, инвариантных к воздействиям	4	22
Расчет пассивных и активных четырехполюсников	4	1-18
Определение параметров ПИД-регулятора	4	1-18

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>Линеаризация нелинейных моделей объектов управления.</b> Основные положения линеаризации нелинейных объектов систем автоматического управления.	10	1-18
<b>Различные формы представления линейных математических моделей.</b> Представления линейных математических моделей объектов управления в виде дифференциальных уравнений, матриц, экспериментальных исследований. <b>Типовые звенья САУ.</b> Реальное интегрирующее звено. Изотропное интегрирующее звено. Звено чистого запаздывания.	10	1-18
<b>Устойчивость систем с запаздыванием и систем с иррациональными звеньями.</b> Основные способы оценки устойчивости систем автоматического управления с запаздыванием.	10	1-18
<b>Оценка качества САУ.</b> Корневые методы оценки качества. Частотные показатели качества.	10	1-18
<b>Каскадные системы регулирования</b> Структура каскадных систем. Пример каскадной системы. Последовательность расчета регулятора	10	1-18
<b>САР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины. Системы связанного регулирования</b> Структура системы. Последовательность расчета регулятора. Структурная схема многосвязного объекта. Пример. Принцип автономности Вознесенского. Последовательность расчета регулятора. Системы с запаздыванием	10	1-18
<b>Нелинейные системы управления.</b> Основные виды нелинейностей. Модели нелинейных элементов. Структурные схемы нелинейных систем. Методы анализа нелинейных систем. Метод фазовой плоскости. Анализ релейных систем управления. Построение уравнений фазовой плоскости. Решение уравнений графическим методом. Метод изоклин. Анализ фазовых траекторий и получение выводов по работе системы.	10	1-18
<b>Метод гармонической линеаризации.</b> Идея метода. Определение коэффициентов гармонической линеаризации для различных нелинейностей. Выявление наличия предельного цикла.	10	1-18

**Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

### Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между

преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов и моделировании. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Анализ систем автоматического управления	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Практическая работа 4 Контрольная работа (заоч) Тест 1 (письменно)
3	Синтез систем автоматического управления	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6	Практическая работа 5 Практическая работа 6 Практическая работа 7 Практическая работа 8 Тест 2 (письменно)
4	Экзамен	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6	Вопросы к экзамену (письменно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических заданий и контрольной работы (для студентов заочной формы обучения), устный опрос по результатам их выполнения.

В качестве оценочного средства аттестации разделов используются тесты 1, 2 соответственно,



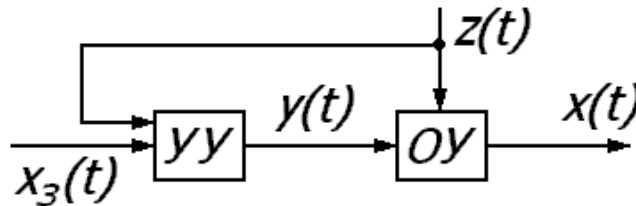
а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы. По итогам обучения проводится экзамен в письменном виде.

### Вопросы входного контроля

1. Объекты автоматизации в машиностроении:
2. Понятия «управление», «механизация», «автоматизация».
3. Привод: назначение, состав, виды.
4. Электропривод, механический привод, гидро- и пневмопривод.
5. Основные типы датчиков в машиностроении. Индуктивные датчики.

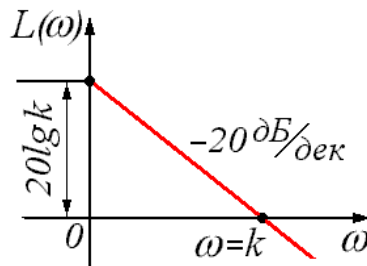
### Тестовые задания 1 (Т1)

1. На рисунке представлена...



- А) Система управления по отклонению
- Б) Система управления по возмущению
- В) Комбинированная система
- Г) Замкнутая система управления

2. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.

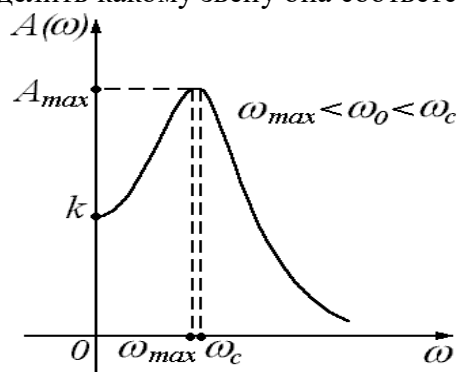


- А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
- В) АЧХ усилительного звена;
- Г) переходный процесс колебательного звена.

3. Система, алгоритм функционирования которой содержит предписание поддерживать значение управляемой величины постоянным:

- А) следящая
- Б) стабилизирующая
- В) адаптивная
- Г) экстремальная

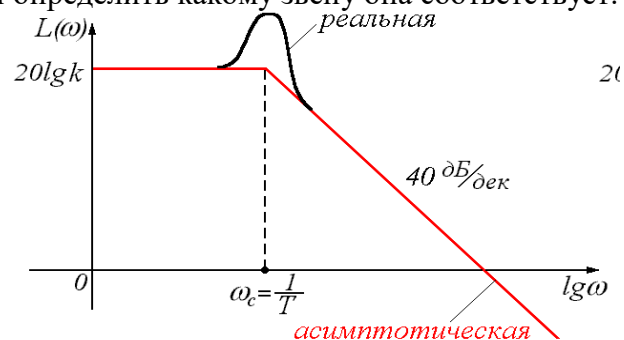
4. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



- А) ЛАЧХ интегрирующего звена;

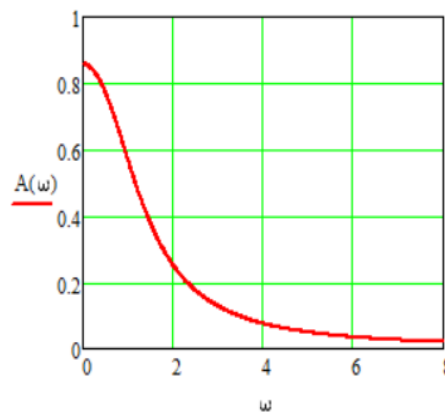
- Б) АЧХ колебательного звена;
- В) АЧХ усилительного звена;
- Г) переходный процесс колебательного звена.

5. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



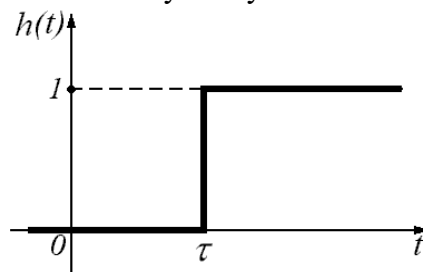
- А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ колебательного звена;
- В) АЧХ усилительного звена;
- Г) переходный процесс апериодического звена.

6. Чему равен коэффициент усиления апериодического звена 1 порядка, если его АЧХ имеет вид:



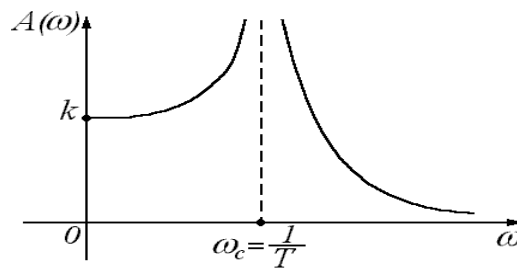
- А) 0,8;
- Б) 0,85;
- В) 1;
- Г) 8.

7. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



- А) импульсная характеристика интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
- В) ) переходный процесс звена с запаздыванием;
- Г) переходный процесс колебательного звена.

8. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



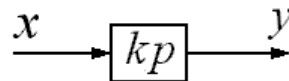
- А) АЧХ интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
- В) АЧХ усилительного звена;
- Г) АЧХ консервативного звена.

9. Если в дифференциальном уравнении  $\xi > 1$ , то оно описывает ..... звено

$$T^2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2T\xi \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t)$$

- А) интегрирующее звено;
- Б) апериодическое звено 2 порядка;
- В) апериодическое звено 1 порядка;
- Г) колебательное звено.

10. Назвать звено, структурная схема которого представлена на рисунке.



- А) идеальное интегрирующее звено;
- Б) идеальное дифференцирующее звено;
- В) апериодическое звено 1 порядка;
- Г) колебательное звено.

11. Недостатком линейной интегральной оценки является

- А) Возможность применения только для монотонных (апериодических) процессов
- Б) Возможность применения только для колебательных процессов
- В) Отсутствие недостатков
- Г) Возможность применения для систем с колебательностью менее 20%

12. Что описывает данная формула?

$$J_3 = \int_0^{\infty} \left\{ [\varepsilon(t)]^2 + T^2 \left( \frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2 \right\} dt.$$

- А) линейная интегральная оценка;
- Б) интеграл ошибки;
- В) улучшенная квадратичная интегральная оценка;
- Г) кубическая интегральная оценка

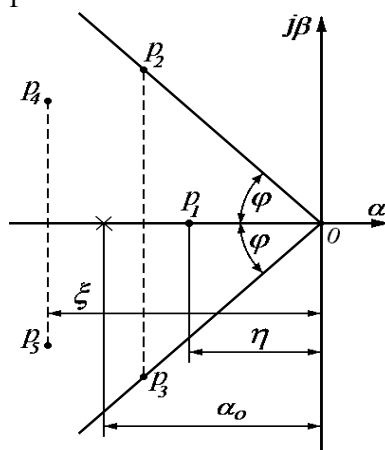
13. Что описывает данная формула?

$$? = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{P(\omega)}{\omega} \sin \omega t d\omega$$

- А)  $h(t)$ ;
- Б)  $A(\omega)$ ;
- В)  $L(\omega)$ ;

Г)  $P(\omega)$ .

14. Какие корни на приведенном графике отвечают за колебательность системы?



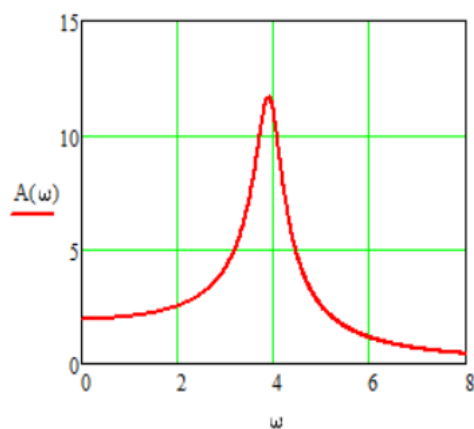
А) никакой;

Б)  $p_1$ ;

В)  $p_2, p_3$ ;

Г)  $p_4, p_5$ .

15. Чему равен показатель колебательности?



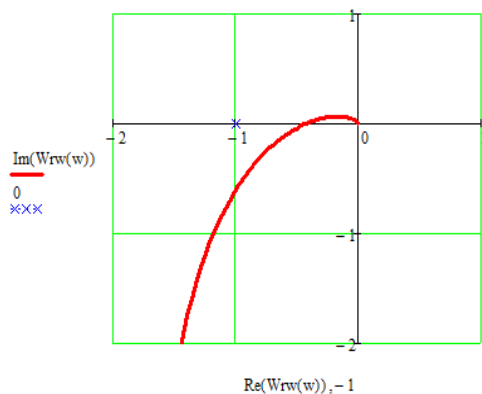
А) 2,5;

Б) 12;

В) 8;

Г) 5.

16. Годограф Найквиста для некоторой системы представлен на рисунке. Является ли система устойчивой?



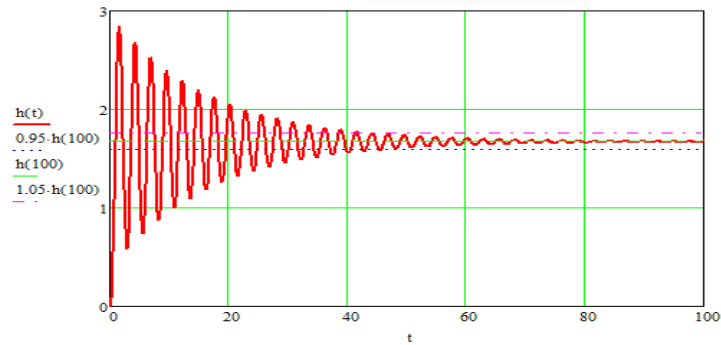
А) да;

Б) нет;

В) нельзя определить;

Г) на границе устойчивости.

17. Чему равно перерегулирование и время регулирования системы?



- А)  $t_p=60$  с,  $\sigma=60\%$ ;
- Б)  $t_p=100$  с,  $\sigma=28\%$ ;
- В)  $t_p=80$  с,  $\sigma=40\%$ ;
- Г)  $t_p=42$  с,  $\sigma=65\%$ .

18. Какой критерий устойчивости формулируется следующим образом:

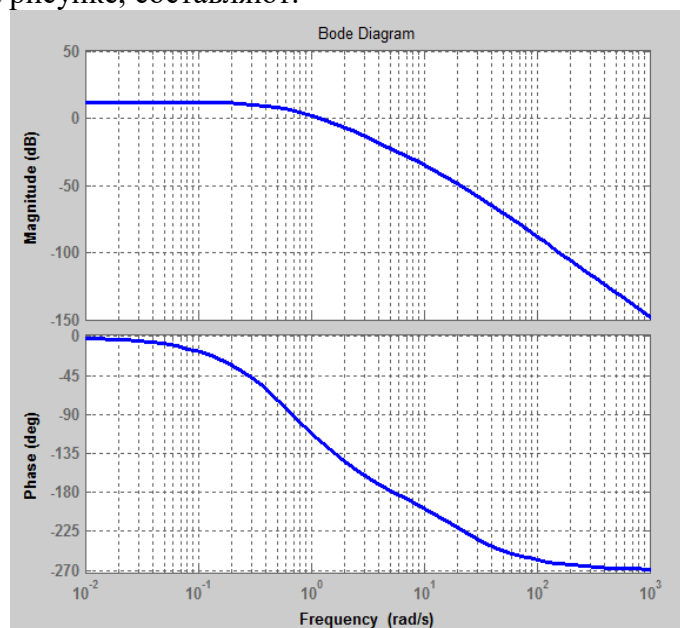
Автоматическая система управления, описываемая уравнениями  $n$ -го порядка, будет устойчивой, если при изменении частоты от 0 до  $\infty$  характеристический вектор системы повернется против часовой стрелки на угол  $\pi/2$  не обращаясь при этом в нуль.

- А) логарифмический критерий;
- Б) критерий Михайлова;
- В) критерий Найквиста;
- Г) критерий Гурвица.

19. Как называется свойство системы возвращаться в исходное состояние равновесия после прекращения воздействия, выведшего систему из этого состояния?

- А) равновесность;
- Б) устойчивость;
- В) робастность;
- Г) управляемость.

20. Запасы устойчивости по фазе и амплитуде для системы, логарифмические характеристики которой представлены на рисунке, составляют.



- А) 23 дБ и 70 градусов;
- Б) 10 дБ и 270 градусов;

В) 50 дБ и 180 градусов;

Г) 50 дБ и 50 градусов.

Студент на тестировании дает письменные ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 0,5 балла. Максимально за тест - 5 баллов.

### Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Очная форма обучения		
Практическая работа 1 - 5 баллов Практическая работа 2 - 5 баллов Практическая работа 3 - 5 баллов Практическая работа 4 - 5 баллов	Тест 1 - 5 баллов	25 баллов / 15 баллов
Заочная форма обучения		
Контрольная работа - 10 баллов Практическая работа 1 - 5 баллов Практическая работа 2 - 5 баллов	Тест 1 - 5 баллов	25 баллов / 15 баллов

### Тестовые задания 2 (Т2)

1. Какой из перечисленных способов не повысит точность системы при наличии возмущающего воздействия.

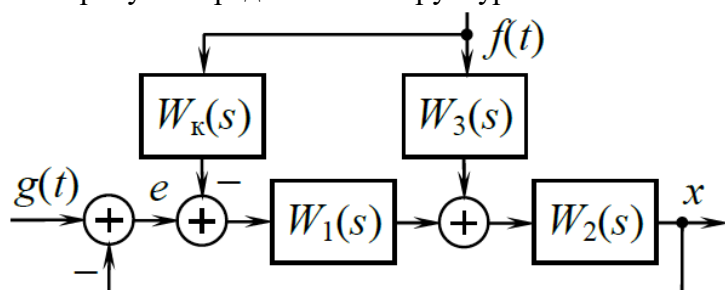
А) увеличение коэффициента усиления разомкнутой системы;

Б) ввод интегрирующего звена между точками приложений задающего и возмущающего воздействий;

В) ввод интегрирующего звена после точки приложения возмущающего воздействия;

Г) включение изотропного звена.

2. На рисунке представлена структурная схема системы



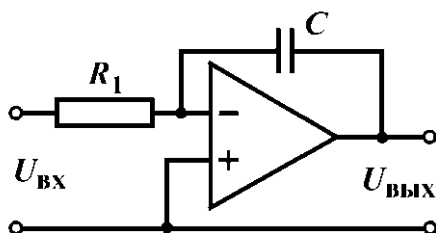
А) с параллельной компенсацией возмущений;

Б) с последовательной компенсацией возмущений;

В) с компенсацией по задающему воздействию;

Г) с инвариантностью за счет обратной связи.

3. На рисунке представлен активный четырехполюсник, представляющий собой



А) ПИД-регулятор;

Б) П-регулятор;

В) И-регулятор;

Г) ПД-регулятор.

4. Передаточная функция ПИ-регулятора имеет вид:

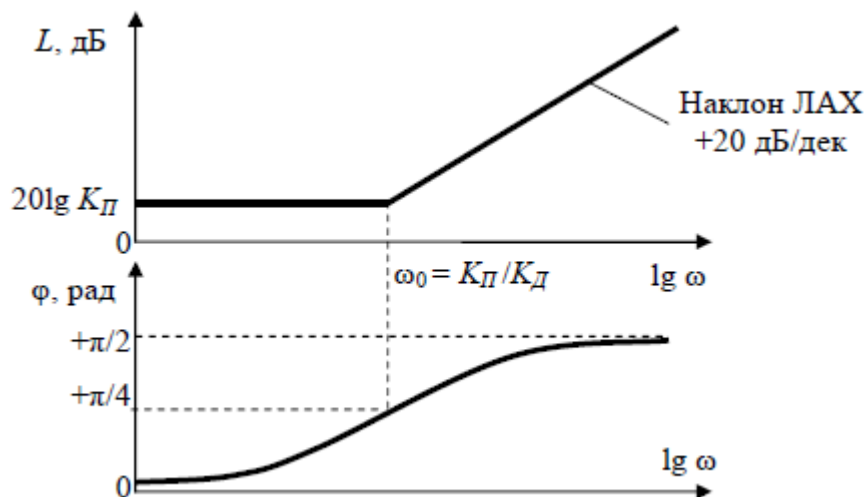
А)  $K_{\Pi}(1 + T_0 p)$

Б)  $K_{\Pi}(1 + \frac{K_{\mathcal{D}}}{K_{\Pi}} p)$

В)  $K_{\Pi} + \frac{K_{\mathcal{I}}}{p}$

Г)  $(K_{\Pi} + K_{\mathcal{D}} p) \cdot \frac{1}{T_{\Pi\mathcal{D}} p + 1}$

5. На рисунке представлены логарифмические характеристики



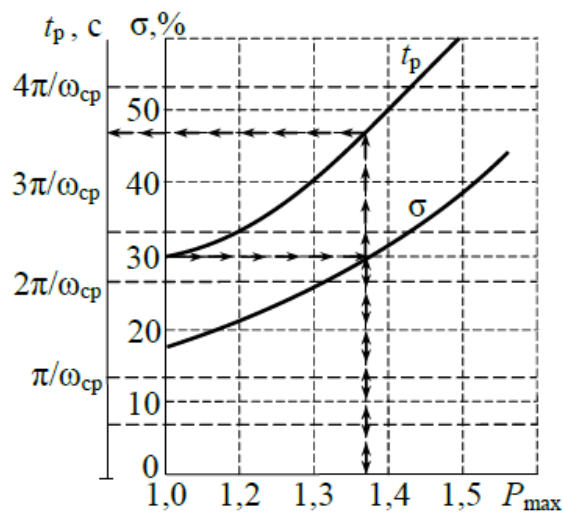
А) ПД-регулятора;

Б) ПИД-регулятора;

В) ПИ-регулятора;

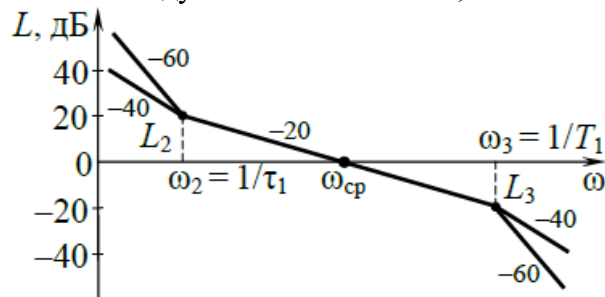
Г) П-регулятора.

6. Согласно номограмме Солодовникова для перерегулирования  $\sigma=30\%$  и времени регулирования  $t_p=10$  с, частота среза составит.



- А) 1,1 рад/с;
- Б) 1,37 рад/с;
- В) 5 рад/с;
- Г) 14 рад/с.

7. Участок ЛАЧХ, расположенный между частотами  $\omega_2$  и  $\omega_3$ , отвечает за



- А) точность работы системы;
- Б) качество переходных процессов;
- В) коррекцию возмущающего воздействия;
- Г) обратную связь.

8. По формулам рассчитывается:

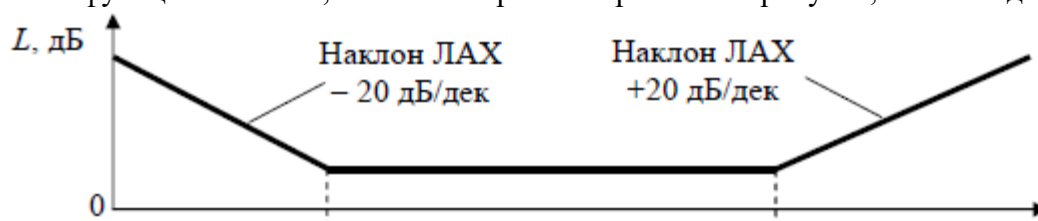
$$L_2 = 20 \lg \left( \frac{M}{M-1} \right), \quad L_3 = 20 \lg \left( \frac{M}{M+1} \right)$$

- А) длина среднечастотной области ЖЛАЧХ;
- Б) область запретной зоны;
- В) длина высокочастотной области ЖЛАЧХ;
- Г) частоты сопряжения ЖЛАЧХ.

9. ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства определяется

- А) путем зеркального отображения ЛАЧХ желаемой системы;
- Б) путем графического сложения ЛАЧХ желаемой системы и ЛАЧХ исходной системы;
- В) путем построения по номограммам;
- Г) путем графического вычитания из ЛАЧХ желаемой системы ЛАЧХ исходной системы.

10. Передаточная функция системы, ЛАЧХ которой изображена на рисунке, имеет вид





$$A) W_{III}(p) = \frac{K_{II}}{p} \left( \frac{K_{II}}{K_{II}} p + 1 \right) = K_{II} \cdot \frac{T_0 p + 1}{p};$$

$$B) W_{III}(p) = \left( K_{II} + \frac{K_{II}}{p} \right) \cdot \frac{1}{T_{III} p + 1};$$

$$B) W_{II}(p) = K_{II} \left( 1 + \frac{K_{II}}{K_{II}} p \right) = K_{II} (1 + T_0 p);$$

$$Г) W_{IIII}(p) = \frac{K_{II}}{p} (T_1 p + 1) (T_2 p + 1).$$

Студент на тестировании дает письменные ответы на 10 вопросов. За каждый правильный ответ начисляется 0,5 балла. Максимально за тест - 5 баллов.

### Шкала оценивания раздела 2

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Очная форма обучения		
Практическая работа 5 - 5 баллов	Тест 2 - 5 баллов	25 баллов / 15 балов
Практическая работа 6 - 5 баллов		
Практическая работа 7 - 5 баллов		
Практическая работа 8 - 5 баллов		
Заочная форма обучения		
Практическая работа 3 - 10 баллов	Тест 2 - 5 баллов	25 баллов / 15 баллов
Практическая работа 4 - 10 баллов		

### Теоретические вопросы экзамен

1. Основные понятия и определения ТАУ.
2. Объект управления, его статическая и динамическая характеристика.
3. Типовая функциональная схема САУ.
4. Классификация по характеру динамических процессов (непрерывность, линейность).
5. Классификация по характеристикам управления (по принципу управления, по управляющему воздействию, по свойствам в установившемся режиме).
6. Основные типовые управляющие воздействия. Временные характеристики.
7. Передаточные функции. Частотные характеристики.
8. Структурные схемы линейных систем и их преобразования
9. Безынерционное звено.
10. Аperiodическое звено.
11. Колебательное звено (колебательное, аperiodическое 2 порядка, консервативное).
12. Идеальное интегрирующее звено.
13. Понятие устойчивости. Определение устойчивости по Ляпунову.
14. Алгебраические критерии устойчивости.
15. Критерий устойчивости Михайлова.
16. Критерий устойчивости Найквиста.
17. Анализ устойчивости по логарифмическим характеристикам. Запасы устойчивости по фазе и

амплитуде.

18. Прямые показатели качества по задающему воздействию. Прямые показатели качества по возмущающему воздействию.
19. Корневые методы оценки качества.
20. Частотные показатели качества.
21. Интегральные показатели качества.
22. Показатели качества в статическом режиме
23. Повышение точности регулирования. Увеличение коэффициента усиления разомкнутой цепи.
24. Повышение точности увеличением порядка астатизма.
25. Обзор основных задач синтеза систем автоматического управления.
26. Инвариантность к воздействиям. Последовательная компенсация воздействия.
27. Параллельная компенсация воздействия.
28. Обеспечение инвариантности за счет обратной связи.
29. Построение желаемой ЛАЧХ в области низких, средних и высоких частот.
30. Вычисление передаточных функций корректирующих устройств
31. Последовательное, параллельное корректирующее устройство и устройство в обратной связи.
32. Техническая реализация аналоговых линейных регуляторов. Активные и пассивные четырехполюсники
33. Обзор типовых регуляторов САУ: И-регулятор, П-регулятор, ПИ-регулятор, ПИД-регулятор, ПД-регулятор, фильтр.
34. Принцип расчета. Типовые настройки контуров управления.
35. Расчет регулятора для апериодического объекта управления.
36. Расчет регулятора для объекта в виде апериодического звена 2 порядка.

Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за экзамен – 50 баллов (25 баллов за каждый вопрос).

## Шкалы оценки образовательных достижений

### Шкала оценивания экзамена

по дисциплине «Теория автоматического управления»

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на экзамене)	Требования к знаниям
90-100	«отлично» 45-50	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он ответил на 95% вопросов экзаменационного билета, в которых показал глубокие и прочные знания по разделам теории автоматического управления. При этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы.
70-89	«хорошо» 35-44	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он ответил на 75% вопросов экзаменационного билета, в которых показал глубокие и прочные знания по разделам теории автоматического управления. При этом не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
60-69	«удовлетво- рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он ответил на 60% вопросов экзаменационного билета, в которых

	30-34	показал глубокие и прочные знания по разделам теории автоматического управления. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
Менее 60	«неудовлетворительно» менее 30	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который ответил менее 60% вопросов экзаменационного билета, в которых не показал глубокие и прочные знания по разделам теории автоматического управления.

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления: учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-5816-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145842>

2. Певзнер, Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения: учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-2161-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75516>

### Дополнительная литература:

3. Гаврилов, А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами: учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-4584-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122190>

4. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. — 5-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-4200-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125741>

5. Гаштова, М. Е. Теоретические основы контроля и анализа функционирования систем автоматического управления: учебное пособие / М. Е. Гаштова, М. А. Зулькайдарова, Е. И. Мананкина. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 108 с. — ISBN 978-5-8114-4430-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139293>

6. Журомский, В. М. Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы: учебное пособие / В. М. Журомский. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. — 56 с. — ISBN 978-5-7262-1665-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75709>

7. Захахатнов, В. Г. Технические средства автоматизации: учебное пособие / В. Г. Захахатнов, В. М. Попов, В. А. Афонькина. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-4111-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130159>

8. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK): учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-1994-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111198>

9. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK). Практикум: учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко, А. Ю. Келина. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-3771-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133926>

10. Малышенко, А. М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления: учебное пособие / А. М. Малышенко, О. С. Вадутов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-2239-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72991>

11. Музылева, И. В. Элементарная теория линейных систем в задачах и упражнениях: учебное пособие / И. В. Музылева. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-2576-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93773>

12. Нос, О. В. Теория автоматического управления. Теория управления линейными одноканальными непрерывными системами: учебное пособие / О. В. Нос, Л. В. Старостина. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 202 с. — ISBN 978-5-7782-3536-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118276>

13. Нос, О. В. Теория автоматического управления. Теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами: учебное пособие / О. В. Нос. — Новосибирск: НГТУ, 2019. — 166 с. — ISBN 978-5-7782-3889-3. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152232>

14. Оптимальное управление в технических системах. Практикум: учебное пособие / Е. А. Балашова, Ю. П. Барметов, В. К. Битюков, Е. А. Хромых. — Воронеж: ВГУИТ, 2017. — 287 с. — ISBN 978-5-00032-307-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106785>

15. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие / А. Ю. Ощепков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1471-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104954>

16. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие / А. А. Первозванский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0995-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68460>

17. Смирнов, Ю. А. Управление техническими системами: учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 264 с. — ISBN 978-5-8114-3899-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126913>

18. Хаустов, И. А. Системы управления технологическими процессами: учебное пособие / И. А. Хаустов, Н. В. Суханова. — Воронеж: ВГУИТ, 2018. — 139 с. — ISBN 978-5-00032-372-4. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117815>

*Методические указания:*

19. Мефедова Ю.А. Типовые звенья систем автоматического управления. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017 – 24с.

20. Мефедова Ю.А. Анализ устойчивости системы автоматического управления. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017 – 20с.

21. Мефедова Ю.А. Исследование точности САУ в статическом режиме. Повышение точности САУ. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017 – 20с.

22. Мефедова Ю.А. Синтез систем управления, инвариантных к воздействиям. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019 – 20с.

23. Мефедова Ю.А. Анализ качества системы автоматического регулирования. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019 – 24с.

24. Мефедова Ю.А. Интегральные оценки качества САУ. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – 16с.

*Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:* «Word», «Mathcad», «SimInTech», <http://tau-predmet.narod.ru/> - сайт о ТАУ, [https://help.simintech.ru/#o\\_simintech/o\\_simintech.html](https://help.simintech.ru/#o_simintech/o_simintech.html) - справочная система SimInTech.

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в компьютерном классе (ауд. 222).

Оборудование:

Посадочные места – 24;

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

процессор – Intel (R) CPU E5-4620 v2, 6GHz; оперативная память - 4Gb.

Комплекс мультимедийный в составе компьютер с колонками SVEN, проектор CASIO и экран; микрофон SVEN;

Персональный компьютер -19 шт;

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов.

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения: MS Windows, MS Office Professional, Matchad, Kaspersky Security.

Для изучения дисциплины используются электронные библиотеки:

- электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620735 от 01.08.2012 г.) без ограничения количества пользователей и без ограничения срока использования ресурсов;

- электронно-библиотечная система «Консультант студента» (общество с ограниченной ответственностью «Политехресурс»). Договор № 12-21-910 от 16.07.2021 г. на предоставление доступа к электронной библиотеке к комплектам «Медицина. Здравоохранение. Базовая коллекция», «Книги издательства «Феникс», «Издательский дом МЭМИ», «Книги издательства «Перспектива»: «Иностранные языки»... по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Айбукс» (договор № 09-21-910 от 02.07.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 10-21-910 от 16.07.2021 г. только на книги издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 11-21-910 от 16.07.2021 г. на книги других издательств-партнёров издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» (договор № 13-21-910 от 30.08.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Консультант врача» (договор № 590KB/05-2021 от 01.06.2021 г.) на предоставление доступа по 06.08. 2022 г.;

- электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (договор № 56 от 21.06.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- научная электронная библиотека «elibrary» (договор № SU-353/2022 от 14.12.2021 г.) на предоставление доступа по 31.12. 2022 г.

- международный онлайн ресурс ProQuest (договор № 19-21-910 от 18.10.2021 г.) на предоставление доступа по 30.11. 2022 г.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что

вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практической работы и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

## 3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов при необходимости;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение контрольной работы;
- подготовка к экзамену непосредственно перед ними.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель

должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к работе.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практической работы.

Обсудить основные понятия, связанные с темой работы.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов, проконтролировать ход выполнения практической работы.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Рабочую программу составил доцент

Рецензент: доцент



Мефедова Ю.А.

Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 15.03.01 Машиностроение от 17.11.2021 года, протокол №3.

Председатель учебно-методической комиссии



Кудашева И.О.