



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

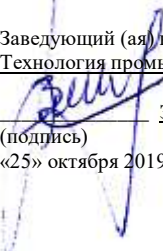
**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Юрчик Ф.Д.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
«25» октября 2019г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий (ая) кафедрой  
Технология промышленного производства

  
Змей К.В.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. Каф.)  
«25» октября 2019г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория автоматического управления

**Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**  
профиль «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)»

**Форма подготовки очная**

курс 3, семестр 5-6

лекции - 90 час.

практические занятия - 54 час.

лабораторные работы - 54 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 36 /лаб. 36 час.

всего часов аудиторной нагрузки - 198 час.

в том числе с использованием МАО - 72 час.

самостоятельная работа - 126 час.

в том числе на подготовку к экзамену - час.

Курсовая работа – 5 семестр

экзамен – 5-6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов, самостоятельно устанавливаемых ДВФУ, принятого решением Ученого совета ДВФУ, протокол от 25.02.2016 № 02-16, введенного в действие приказом ректора ДВФУ от 10.03.2016 № 12-13-391.

Рабочая программа учебной дисциплины обсуждена на заседании кафедры технологий промышленного производства протокол № 2 от «25» октября\_2019 г.

Заведующий кафедрой Змей К.В.

Составители: Змей К.В., Шамшина И.Г.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация дисциплины**

### **«Теория автоматического управления»**

Дисциплина «Теория автоматического управления» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль: «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия 90 часа, лабораторные работы 54 часа, практические занятия 54 часа, самостоятельная работа студентов 126 часов. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5,6 семестре.

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к базовой части блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана.

Изучая общие вопросы, дисциплина «Теория автоматического управления» является логической основой при освоении дисциплин Моделирование систем и процессов, Технологические процессы и производства, Технические средства автоматизации, Интегрированные системы проектирования и управления, Автоматизация технологических процессов и производств, Проектирование автоматизированных систем.

Дисциплина базируется на знаниях и навыках, полученных студентами в основном в следующих дисциплинах и их разделах.

Математика: линейная алгебра; векторный анализ; линейные дифференциальные уравнения; интегралы; ряды Тейлора и Фурье; основы теории функций комплексного переменного; интегральные преобразования Лапласа и Фурье; основы математической физики; вероятность и статистика; вариационное исчисление и оптимальное управление; численные методы.

Информатика: персональный компьютер, его структура и средства программного обеспечения; средства и алгоритмы представления, хранения и обработки текстовой и числовой информации; сети и распределенная обработка информации; ЭВМ как управляющее устройство; средства Microsoft Office и навыки работы с ними.

Физика: физические основы механики; электричество и магнетизм.

Общая электротехника и электроника: теория и методы анализа линейных цепей; переходные процессы в линейных цепях; нелинейные электрические и магнитные цепи; дискретные цепи и их характеристики; ПО для расчета электрических цепей; усилительные каскады переменного и постоянного тока; частотные и переходные характеристики; обратные связи в усилительных устройствах; операционные и решающие усилители; активные фильтры.

Программирование и основы алгоритмизации: синтаксис и семантика алгоритмического языка программирования; структурное и модульное программирование; проектирование программных алгоритмов; методы и средства объектно-ориентированного программирования.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний и умений анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления.

Задачи дисциплины:

- изучение методов анализа систем автоматического управления;
- изучение методов синтеза систем автоматического управления.

Для успешного изучения дисциплины «Теория автоматического управления» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>(ПК-8) способность выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством</p>	Знает	<p>принципы управления регулирования; критерии устойчивости и показатели качества автоматических систем;</p>
	Умеет	<p>анализировать динамические и статические свойства автоматических систем и их элементов; формулировать требования к качеству проектируемых автоматических систем.</p>
	Владеет	<p>методами анализа и синтеза динамических систем с использованием типовых пакетов прикладных программ.</p>
<p>(ПК-11) способность участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования</p>	Знает	<p>методы математического описания автоматических систем;</p>
	Умеет	<p>самостоятельно разбираться в принципах действия и структуре автоматических систем</p>
	Владеет	<p>способностью разрабатывать конструкторско-технологическую документацию</p>
<p>(ПК-16) способностью участвовать во внедрении и корректировке технологических процессов, средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики при подготовке производства новой продукции и оценке ее конкурентоспособности</p>	Знает	<p>основные элементы автоматических систем.</p>
	Умеет	<p>формулировать требования к качеству проектируемых автоматических систем</p>
	Владеет	<p>навыками моделирования продукции</p>

Для формирования вышеуказанных компетенций применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: лекция - беседа, лекция - конференция, мозговой штурм.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Раздел I. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ) (4 час.)**

### **Тема 1. Введение (2 час.)**

Предмет, цели и задачи ТАУ. Место ТАУ в ряду дисциплин специальности. Основные понятия в ТАУ. Принципы автоматического управления. Историческая ретроспектива.

### **Тема 2. Общие вопросы математических моделей САУ (2 час.)**

Виды математических моделей, их классификация. Динамика и статика. Линейное дифференциальное уравнение общего вида как модель линейной САУ. Математические модели и классификация систем автоматического управления.

### **Тема 3. Линеаризация математических моделей (2 час.)**

Постановка задачи. Ряд Тейлора как математическая основа линеаризации. Процедура линеаризации, ее геометрическая интерпретация. Линейность “в малом”. Пример линеаризации.

### **Тема 4. Интегральные преобразования как инструмент ТАУ (2 час.)**

Преобразования Лапласа и Фурье. Свойства и взаимосвязь. Преобразование Лапласа линейного дифференциального уравнения. Постановка задачи. Ряд Тейлора как математическая основа линеаризации. Процедура линеаризации, ее геометрическая интерпретация. Линейность “в малом”. Пример линеаризации.

## **Раздел II. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ (4 час.)**

### **Тема 1. Передаточная функция САУ. Временные характеристики САУ (2 час.)**

Дифференциальное уравнение, передаточная функция, переходная и импульсная характеристики.

### **Тема 2. Частотные характеристики САУ (2 час.)**

Частотная функция, амплитудная частотная характеристика, фазовая частотная характеристика, вещественная частотная характеристика, мнимая частотная характеристика, логарифмическая амплитудо-частотная характеристика (ЛАФЧХ).

### **Раздел III. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики (8 час.)**

#### **Тема 1. Передаточные функции, временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев САУ (4 час.)**

Классификация типовых динамических звеньев. Передаточные функции типовых динамических звеньев. Схема рассмотрения свойств и характеристик типовых динамических звеньев. ЛАФЧХ типовых динамических звеньев.

#### **Тема 2. Структурные схемы САУ (2 час.)**

Определение структурной схемы САУ. Эквивалентные передаточные функции при различных соединениях звеньев. Правила преобразования структурных схем. Правило Мейсона. Построение ЛАФЧХ по передаточным функциям общего вида.

### **Раздел IV. Устойчивость линейных САУ (6 час.)**

#### **Тема 1. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости (6 час.)**

Понятие устойчивости САУ. Теоремы об устойчивости (по виду импульсной характеристики, по виду передаточной функции). Принцип аргумента Критерии устойчивости (Гурвица, Михайлова, Найквиста).

### **Раздел V. Оценка качества процесса управления САУ (2 час.)**

#### **Тема 1. Показатели качества САУ (2 час.)**

Показатели качества процесса управления (статические и динамические). Точность управления, составляющие ошибки САУ.

### **Раздел VI. Обеспечение заданного качества процесса управления (6 час.)**

#### **Тема 1. Синтез линейных непрерывных САУ (6 час.)**



Постановка задачи и методология синтеза. Построение желаемой ЛАЧХ для систем стабилизации и следящих систем. Последовательная коррекция. Параллельная коррекция. Инвариантные САУ.

### **Раздел VII. Линейные импульсные САУ (4 час.)**

#### **Тема 1. Введение (2 час.)**

Основные понятия и определения, классификация. Дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование.

#### **Тема 2. Устойчивость. Синтез линейных импульсных САУ (2 час.)**

Устойчивость импульсных систем. Понятие о синтезе дискретных САУ. Импульсная реализация основных законов управления. Цифровые САУ.

### **Раздел VIII. Нелинейные САУ (6 час.)**

#### **Тема 1. Введение (2 час.)**

Основные понятия и определения. Типовые нелинейности. Описание САУ в переменных состояния, фазовые портреты, автоколебания.

#### **Тема 2. Устойчивость. Синтез нелинейных САУ (4 час.)**

Устойчивость нелинейных систем, методы Ляпунова. Частотные методы исследования, метод гармонического баланса. Моделирование и синтез нелинейных САУ.

### **Раздел IX. Линейные стохастические САУ (6 час.)**

#### **Тема 1. Введение (2 час.)**

Модели и характеристики случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные звенья.

#### **Тема 2. Синтез линейных стохастических САУ (4 час.)**

Основные понятия о синтезе линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях.

### **Раздел X. Основы оптимального управления (6 час.)**

#### **Тема 1. Введение (2 час.)**

Общая постановка задачи, критерии оптимальности. Функционалы и их свойства. Вариационное исчисление, простой пример. Принцип максимума:

постановка задачи, геометрическая интерпретация.

## **Тема 2. Адаптивное и робастное управление (4 час.)**

Динамическое программирование: физическая интерпретация, простой пример. Основы адаптивного и робастного управления.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (54 час.)**

**Занятие 1. Линейные дифференциальные уравнения как вид математического описания САУ. Решение методом Эйлера (4 час.)**

**Занятие 2. Ряды Тейлора (2 час.)**

**Занятие 3. Преобразование Лапласа и Фурье. Пользование таблицами преобразований. Отыскание оригинала по изображению в виде отношений полиномов (4 час.)**

**Занятие 4. Передаточная функция. Решение задач на нахождение передаточных функций электрических четырехполюсников и других элементарных объектов (4 час.)**

**Занятие 5. Временные характеристики. Отыскание временных характеристик по дифференциальным уравнениям и передаточным функциям (4 час.)**

**Занятие 6. Частотная функция и частотные характеристики. Построение частотных характеристик по передаточным функциям (4 час.)**

**Занятие 7. Решение задач на структурные преобразования САУ. Правило Мейсона (4 час.)**

**Занятие 8. Решение задач на устойчивость линейных САУ. Основные критерии устойчивости (6 час.)**

**Занятие 9. Частотный синтез линейных САУ (6 час.)**

**Занятие 10. Решение задач на вычисление z-преобразований. Решение задач на определение устойчивости дискретных САУ. Основные критерии устойчивости дискретных САУ (4 час.)**

**Занятие 11. Построение фазовых портретов САУ с типовыми статическими нелинейностями. Задачи линеаризации. Исследование устойчивости нелинейных САУ на цифровых моделях (4 час.)**

**Занятие 12. Решение задач на прохождение случайных сигналов типовые звенья САУ (4 час.)**

**Занятие 13. Решение элементарных задач на использования принципа максимума и динамического программирования (4 час.)**

**Лабораторные работы (72 час.)**

**Лабораторная работа № 1. Исследование временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев (12 час.)**

**Лабораторная работа № 2. Исследование устойчивости линейных САУ (12 час.)**

**Лабораторная работа № 3. Синтез линейных САУ (12 час.)**

**Лабораторная работа № 4. Моделирование и исследование дискретных САУ (12 час.)**

**Лабораторная работа № 5. Моделирование и исследование нелинейных САУ (12 час.)**

**Лабораторная работа № 6. Моделирование и исследование оптимальных САУ (12 час.)**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория автоматического управления» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ)	ПК-8, ПК-11, ПК-16	знает	УО-1	B1, B12-15
			умеет	ПР-1	
			владеет		
2	Раздел II. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ		знает	УО-1	B2-B3
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-2	
3	Раздел III. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики		знает	УО-1, ПР-1	B4-B11
			умеет	ПР-2	
			владеет	ПР-6	
4	Раздел IV. Устойчивость САУ	знает	УО-1, ПР-1	B16-B24	
		умеет	ПР-2		
		владеет	ПР-6		
5	Раздел V. Оценка качества процесса управления САУ	знает	УО-1	B25-27	
		умеет	ПР-1		
		владеет	ПР-2		
6	Раздел VI. Обеспечение заданного качества процесса управления	знает	УО-1, ПР-1	B28-34	
		умеет	ПР-2		
		владеет	ПР-6		
7	Раздел VII. Линейные импульсные САУ	знает	УО-1, ПР-1	B39-48	
		умеет	ПР-2		
		владеет	ПР-6		
8	Раздел VIII. Нелинейные САУ	знает	УО-1, ПР-1	B35-38	
		умеет	ПР-2		
		владеет	ПР-6		
9	Раздел IX. Линейные стохастические	знает	УО-1, ПР-1		
		умеет	ПР-2		

	САУ		владеет	ПР-6	
10	Раздел X. Основы оптимального управления		знает	УО-1, ПР-1	В49-59
			умеет	ПР-2	
			владеет	ПР-6	

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 312 с. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108577.html>

2. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: учебное пособие для студентов вузов. М.: Лань, 2016. 224 с. -

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71753](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71753).

3. Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов. М.: Машиностроение, 2009. 336 с. -

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=751](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=751).

### Дополнительная литература

*(печатные и электронные издания)*

1. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления: Автоматическое регулирование непрерывных систем. М.: Энергия, 1980. 309 с. -

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:411297&theme=FEFU>.

2. Змеу К.В., Шамшина И.Г. Синтез линейных систем автоматического управления. Методические указания к расчетно-графическому заданию по ТАУ. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 1999. 30 с. -

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:362523&theme=FEFU>

3. Змеу К.В., Шамшина И.Г. Теория автоматического управления. Методические указания по курсу ТАУ для студентов специальности 12.01. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2000. 54 с. -

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:379299&theme=FEFU>

4. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. М.: Машиностроение, 1978. 736 с.-

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:411049&theme=FEFU>.

5. Ким Д.П. Теория автоматического управления: учебное пособие для вузов. Т. 2 . Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит, 2004. 463 с. -

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:252033&theme=FEFU>

6. Куропаткин П.В. Теория автоматического управления: учебное пособие для электротехн. спец. вузов. М.: Высшая школа, 1973. 528с. -

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:411053&theme=FEFU>.

7. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления/ Под ред. В.А. Бесекерского. М.: Наука, 1978. 510 с. -

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:392717&theme=FEFU>

8. Теория автоматического управления: Учеб. для вузов по спец. «Автоматика и телемеханика». В 2-х ч. Ч. 1. Теория линейных систем автоматического управления. Ч. 2. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Под ред. А.А. Воронова. М.: Высшая школа, 1986. 367 с. 560 с. -

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670091&theme=FEFU>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Методы обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:

- компьютерные симуляции;
- анализ деловых ситуаций;

- технологии дистанционного обучения, основанные на принципах проведения индивидуальных и коллективных дискуссий с применением современных телекоммуникационных технологий: видеоконференций Skype, ICQ, Google Talk и др.;

<b>Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус Е, ауд. Е 423, компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Microsoft Office – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.)- лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18;</p> <p>AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения- Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk;</p> <p>SprutCAM - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015;</p> <p>СПРУТ-ОКП - Системы управления процессами организации, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015;</p> <p>СПРУТ-ТП - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015;</p> <p>КОМПАС-3D - Прикладное программное обеспечение общего назначения, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач, Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением- договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук.;</p> <p>Siemens PLM: NX10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Teamcenter 10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Tecnomatix (12 учебных версий) Контракт №ЭА-011-14 от 3 апреля 2014;</p> <p>SolidWorks Education Edition Campus (500 академических лицензий) Договор №15-04-101 от 23.12.2015;</p> <p>Materialise Mimics Innovation Suite 15 (1 коммерческая лицензия), Materialise Magics 17 (1 коммерческая лицензия) Договор 13.G37.31.0010;</p> <p>DELLCAM PowerINSPECT (1 коммерческая лицензия), DELLCAM PowerSHAPE (1 коммерческая лицензия),DELLCAM PowerMILL (1 коммерческая лицензия), DELLCAM FeatureCAM (1 коммерческая лицензия) Контракт №ЭА-246-13 от 06.02.2014;</p> <p>Honeywell: UniSim Design, Profit Design Studio R 430 Договор SWS14 между ДВФУ и ЗАО "Хоневелл", протокол передачи ПО от 25.11.2014;</p> <p>ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.</p>



## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Конспект лекций представлен в методических указаниях по курсу ТАУ для студентов специальности 12.01 «Теория автоматического управления» (авторы Змеу К.В., Шамшина И.Г. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2000. - 54 с.).

Прилагается печатный вариант.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория автоматического управления» обеспечена электронным курсом лекций, заданиями для аудиторной и домашней работы, заданиями для самостоятельной работы.

Для выполнения лабораторных и практических работ, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности:

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус Е, ауд. Е 423, компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 25). Место преподавателя (стол, стул), Оборудование: компьютер [HDD 2 TB; SSD 128 GB; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором AOC 28" LI2868POU.30AGCT01WW P300. LENOVO](16 шт); Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty (25 шт.)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Теория автоматического управления»**

**Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических  
процессов и производств**

**профиль «Автоматизация технологических процессов и производств (в  
машиностроении)»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2020**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя семестра	Конспектирование по Разделу I	6 час.	Опрос
2	3-6 неделя семестра	Предварительный расчет к лабораторной работе № 1	12 час.	Практическое задание
3	7-9 неделя семестра	Предварительный расчет к лабораторной работе № 2	12 час.	Практическое задание
4	10-12 неделя семестра	Предварительный расчет к лабораторной работе № 3	12 час.	Практическое задание
5	13-16 неделя семестра	Расчетное задание по темам Раздела III	12 час.	Практическое задание
1	1-2 неделя семестра	Предварительный расчет к лабораторной работе № 3	6 час.	Опрос
2	3-6 неделя семестра	Предварительный расчет к лабораторной работе № 4	12 час.	Практическое задание
3	7-9 неделя семестра	Предварительный расчет к лабораторной работе № 5	12 час.	Практическое задание
4	10-12 неделя семестра	Предварительный расчет к лабораторной работе № 6	12 час.	Практическое задание
5	13-16 неделя семестра	Расчетные задания по темам Разделов IV-VII	12 час.	Практическое задание

В качестве заданий для самостоятельной работы используются материалы лабораторных работ (раздел «Предварительный расчет»).

Результаты выполнения самостоятельной работы выполняются в виде отчета, оформленного согласно требованиям ДВФУ.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы:

Правильность выполнения	Зачет	Оценка
Менее 61%	не зачтено	неудовлетворительно
От 61% до 75%	зачтено	удовлетворительно
От 76% до 85%	зачтено	хорошо
От 86% до 100%	зачтено	отлично



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Теория автоматического управления»  
**Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических  
процессов и производств**  
профиль «Автоматизация технологических процессов и производств (в  
машиностроении)»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2020**

*Текущий контроль, промежуточная аттестация:*

- «экспресс»-контрольные, проводимые в начале каждой лекции (15-20 минут) по предыдущим разделам;
- защита лабораторных работ;
- выполнение контрольных заданий на ПК;
- выполнение контрольных заданий по индивидуальным карточкам.

*Перечень типовых экзаменационных вопросов*

1. Общие понятия в ТАУ (цель автоматического управления, управляющее и возмущающее воздействие, классификация САУ, принципы автоматического управления).
2. Передаточная функция и временные характеристики САУ (определения).
3. Частотные характеристики САУ (ЧФ, ФЧХ, ВЧХ, МЧХ, ЛАФЧХ).
4. Общая классификация типовых динамических звеньев.  
Безынерционное звено (все характеристики).
5. Инерционное звено первого порядка (все характеристики).
6. Инерционное звено второго порядка (все характеристики).
7. Интегрирующее звено (все характеристики).
8. Дифференцирующие звенья (все характеристики).
9. Форсирующие звенья (все характеристики).
10. Правила преобразования структурных схем. Правило Мейсона.
11. Построение ЛАФЧХ САУ со сложной передаточной функцией.
12. Математическое описание САУ в пространстве состояний.  
Переход от передаточной функции к системе уравнений в форме Коши.  
Структурные представления соответствующие форме Коши. Примеры.
13. Математическое описание САУ в пространстве состояний.  
Каноническая форма записи уравнений в пространстве состояний.  
Структурные представления уравнения в пространстве состояний.
14. Математическое описание САУ в пространстве состояний.  
Решение уравнения состояния.

15. Математическое описание САУ в пространстве состояний. Получение передаточной функции по уравнениям состояния. Пример.

16. Понятие "устойчивость линейной САУ". Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной САУ (по виду импульсной характеристики). Доказательство.

17. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной САУ (по виду передаточной функции). Доказательство.

18. Необходимое условие устойчивости линейной САУ (по знакам коэффициентов характеристического полинома). Доказательство.

19. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица. Следствия из критерия Гурвица для САУ невысокого порядка.

20. Принцип аргумента. Доказательство.

21. Критерий устойчивости Михайлова.

22. Критерий устойчивости Найквиста. Доказательство. Различные формулировки критерия Найквиста.

23. Логарифмический критерий устойчивости, его связь с критерием Найквиста.

24. Исследование устойчивости методом D-разбиения.

25. Критерии качества САУ.

26. Точность САУ. Составляющие ошибки САУ.

27. Связь показателей качества САУ с видом ее частотных характеристик.

28. Понятие "синтез САУ". Общая методология частотного синтеза.

29. Построение желаемой ЛАЧХ для систем стабилизации.

30. Построение желаемой ЛАЧХ для следящих (астатических) систем.

31. Последовательная коррекция САУ.

32. Параллельная коррекция САУ.

33. Выбор корректирующих устройств.

34. Инвариантные САУ.

35. Нелинейные САУ. Определение, признаки.
36. Типовые нелинейности САУ.
37. Особенности структурный преобразований нелинейных САУ.
38. Понятие о способах синтеза нелинейных САУ.
39. Импульсные системы; виды модуляции. Типовая структура импульсной системы.
40. Решетчатые функции. Математические операции с решетчатыми функциями. Разностные уравнения.
41. Z-преобразование. Математическая модель реального импульсного элемента. Понятие дискретной ПФ.
42. Правила преобразования структурных схем дискретных систем. ПФ системы с экстраполятором нулевого порядка и звеном запаздывания. ПФ системы с экстраполятором, осуществляющим АМ первого и второго рода.
43. ПФ замкнутой дискретной системы (для регулируемой координаты, для ошибки, для возмущений). Дискретная синусоидальная последовательность, теорема Котельникова, частота Найквиста.
44. Частотные ПФ импульсных систем.
45. Устойчивость и качество импульсных систем. W-преобразование.
46. Системы с ЦВМ, общие понятия. Процессы, протекающие в системах с ЦВМ. Методика вывода дискретных ПФ.
47. О синтезе систем с ЦВМ методом логарифмических амплитудных характеристик. Дискретная коррекция.
48. Дискретное представление непрерывных регуляторов. Модифицированные законы регулирования. Алгоритмы составления программ, реализующих ПФ на ЦВМ.
49. Общая постановка задачи оптимального управления.
50. Классификация задач оптимального управления.
51. Критерии оптимальности.

52. Определение функционала. Непрерывность и линейность функционала.

53. Билинейный и квадратичный функционалы. Свойства линейных и квадратичных функционалов.

54. Дифференцируемость и дифференциал функционала.

55. Необходимые и достаточные условия экстремума функционала.

56. Простейшая задача вариационного исчисления.

57. Необходимые условия существования экстремума функционала в задаче с закрепленными концами. Уравнение Эйлера.

58. Метод множителей Лагранжа для задачи с фиксированными концами и фиксированным временем. Уравнения Эйлера-Лагранжа.

59. Принцип максимума. Постановка задачи на поиск условного экстремума и ее геометрическая интерпретация. Теорема Понтрягина.

*Критерии оценки выполнения работы:*

Правильность выполнения	Зачет	Оценка
Менее 61%	не зачтено	неудовлетворительно
От 61% до 75%	зачтено	удовлетворительно
От 76% до 85%	зачтено	хорошо
От 86% до 100%	зачтено	отлично

*Задание 1*

Найти передаточную функцию САУ между входом  $X(p)$  и выходом  $Y(p)$ , заданной своей структурной схемой.

Вариант структурной схемы и соответствующие передаточные функции звеньев системы берутся из таблицы 1.

Таблица 1 – Варианты структурных схем и передаточные функции звеньев

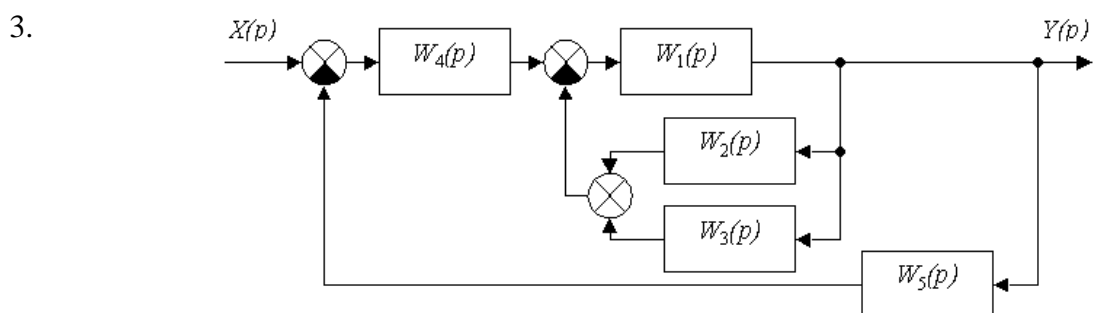
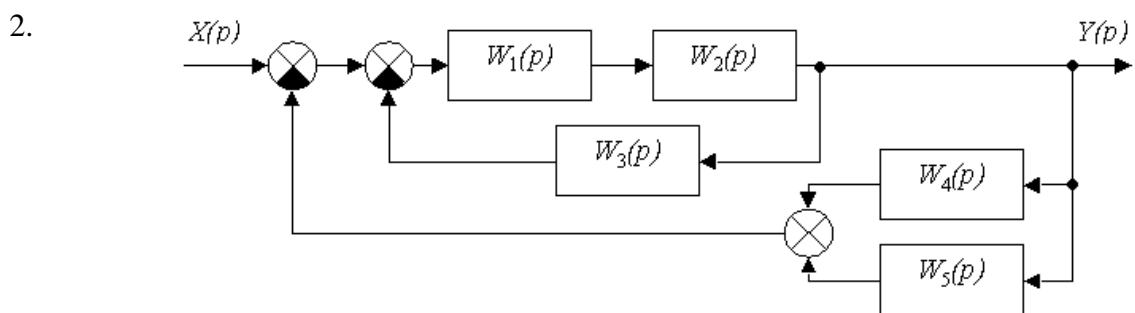
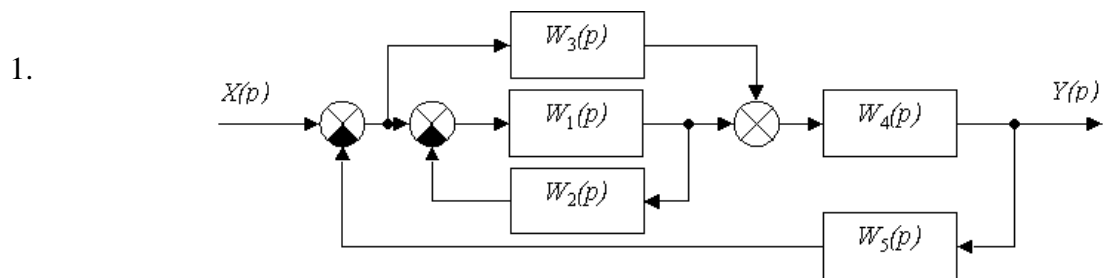
№/№	0	1	2	3	4
Структурная схема	1	2	3	4	5
$W_1(p)$	$\frac{k_1}{1+T_1p}$	$k_1p$	$k_1$	$k_1 \frac{1+T_1p}{p}$	$\frac{k_1p}{1+T_1p}$
$W_2(p)$	$\frac{k_2p}{1+T_2p}$	$\frac{k_2}{1+T_2p}$	$k_2p$	$k_2$	$k_2 \frac{1+T_2p}{p}$
$W_3(p)$	$k_3 \frac{1+T_3p}{p}$	$\frac{k_3p}{1+T_3p}$	$\frac{k_3}{1+T_3p}$	$k_3p$	$k_3$
$W_4(p)$	$k_4$	$k_4 \frac{1+T_4p}{p}$	$\frac{k_4p}{1+T_4p}$	$\frac{k_4}{1+T_4p}$	$k_4p$
$W_5(p)$	$k_5p$	$k_5$	$k_5 \frac{1+T_5p}{p}$	$\frac{k_5p}{1+T_5p}$	$\frac{k_5}{1+T_5p}$
№/№	5	6	7	8	9



Структурная схема	1	2	3	4	5
$W_1(p)$	$\frac{k_1}{p}$	$k_1 p$	$k_1$	$k_1 \frac{1+T_1 p}{p}$	$\frac{k_1 p}{1+T_1 p}$
$W_2(p)$	$\frac{k_2 p}{1+T_2 p}$	$\frac{k_2}{p}$	$k_2 p$	$k_2$	$k_2 \frac{1+T_2 p}{p}$
$W_3(p)$	$k_3 \frac{1+T_3 p}{p}$	$\frac{k_3 p}{1+T_3 p}$	$\frac{k_3}{p}$	$k_3 p$	$k_3$
$W_4(p)$	$k_4$	$k_4 \frac{1+T_4 p}{p}$	$\frac{k_4 p}{1+T_4 p}$	$\frac{k_4}{p}$	$k_4 p$
$W_5(p)$	$k_5 p$	$k_5$	$k_5 \frac{1+T_5 p}{p}$	$\frac{k_5 p}{1+T_5 p}$	$\frac{k_5}{p}$

Значения параметров:

$k_1=2$ ;  $k_2=4$ ;  $k_3=6$ ;  $k_4=5$ ;  $k_5=3$ .  
 $T_1=0,2$ ;  $T_2=0,1$ ;  $T_3=0,6$ ;  $T_4=0,5$ ;  $T_5=0,3$ .



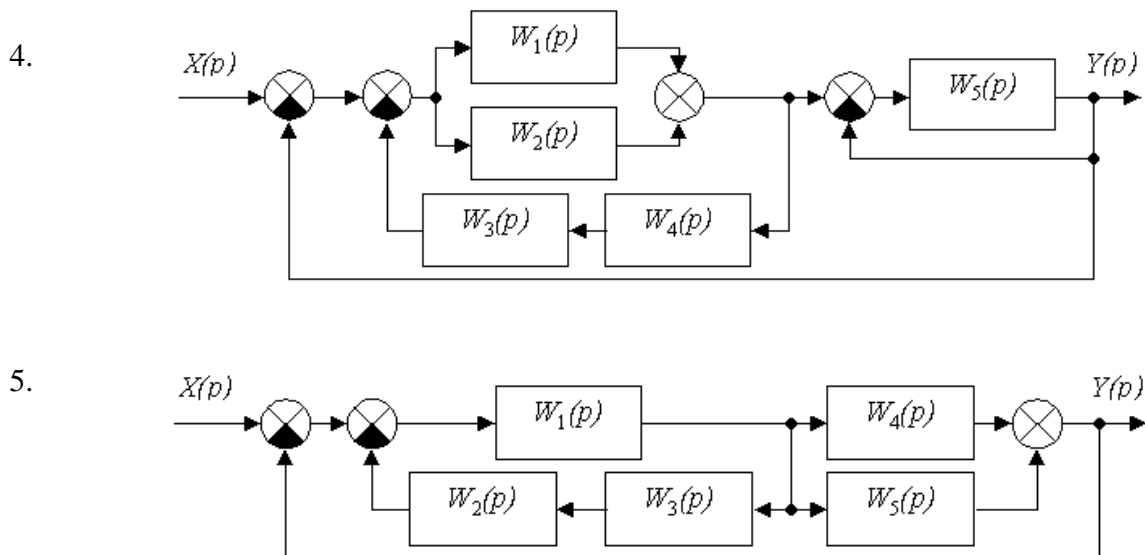
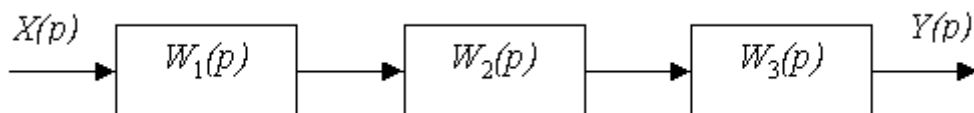


Рисунок 1 - Варианты структурных схем к таблице 1

**Задание 2**

Построить ЛАФЧХ для следующего соединения звеньев, образующих разомкнутую систему автоматического управления



Варианты передаточных функций звеньев и их параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Передаточные функции звеньев

Вариант	$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$
0	$\frac{k_1}{1+T_1p}$	$\frac{k_2}{1+2\rho_2T_2p+T_2^2p^2}$	$\frac{k_3}{p}$
1	$\frac{k_1}{(1+T_1p)(1+T_1'p)}$	$k_2p$	$\frac{k_3p}{1+T_3p}$
2	$k_1 \frac{1+T_1'p}{1+T_1p}$	$\frac{k_2}{1+T_2p}$	$\frac{k_3p}{1+T_3p}$
3	$k_1p$	$\frac{k_2}{1+2\rho_2T_2p+T_2^2p^2}$	$k_3 \frac{1+T_3'p}{1+T_3p}$
4	$\frac{k_1p}{1+T_1p}$	$\frac{k_2}{(1+T_2p)(1+T_2'p)}$	$\frac{k_3}{p}$
5	$k_1 \frac{1+T_1'p}{1+T_1p}$	$\frac{k_2p}{1+T_2p}$	$\frac{k_3}{1+2\rho_3T_3p+T_3^2p^2}$
6	$\frac{k_1}{p}$	$\frac{k_2}{1+2\rho_2T_2p+T_2^2p^2}$	$\frac{k_3p}{1+T_3p}$
7	$\frac{k_1}{(1+T_1p)(1+T_1'p)}$	$k_2p$	$k_3 \frac{1+T_3'p}{1+T_3p}$

8	$\frac{k_1}{1 + 2\rho_1 T_1 p + T_1^2 p^2}$	$\frac{k_2 p}{1 + T_2 p}$	$\frac{k_3}{p}$
9	$k_1$	$\frac{k_2}{(1 + T_2 p)(1 + T_2' p)}$	$k_3 \frac{1 + T_3' p}{1 + T_3 p}$

Параметры звеньев:

$$\begin{aligned}
 k_1=100; & \quad T_1=0,25; & \quad T_1' = 0,05; & \quad \rho_1 = 0,75; \\
 k_2=125; & \quad T_2=0,025; & \quad T_2' = 0,005; & \quad \rho_2 = 0,8; \\
 k_3=150; & \quad T_3=0,0025; & \quad T_3' = 0,0005; & \quad \rho_3 = 0,85.
 \end{aligned}$$

*Задание 3*

Определить устойчивость системы, получаемой из разомкнутой САУ в задании 2, замыканием её с помощью неединичной, отрицательной обратной связи. В канале обратной связи имеется звено с передаточной функцией  $W_{oc}(p)=k_{oc}= 5$ . Устойчивость проанализировать с помощью критериев Найквиста и Гурвица. Определить граничный коэффициент усиления системы.

*Задание 4*

Определить величины статизма и установившейся ошибки для замкнутой системы задания 3 при постоянном входном воздействии  $x(t)= const$ .