

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«26» \_\_\_\_\_ июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

**Специальность:** 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

**Специализация:** Проектирование инструментальных комплексов в  
машиностроении

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная

Трехгорный  
2024

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Теория автоматического управления» являются ознакомление с многообразием систем автоматического управления (САУ) и изучение современных методов теории управления, формирование целостного математического базиса анализа и синтеза САУ, позволяющего понимать новые направления развития современной теории управления и применять их к решению конкретных задач.

## 1.1. Цели дисциплины

Цель дисциплины «Теория автоматического управления» - подготовка высококвалифицированного инженера, глубоко знающего основы теории автоматического управления и умеющего выполнять исследовательские и расчетные работы по созданию и внедрению в эксплуатацию автоматических систем с широким использованием средств современной вычислительной техники.

## 1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Теория автоматического управления» является формирование базовых профессиональных компетенций:

- способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий машиностроения, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей.
- способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности.
- способность участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к базовой части учебного плана. Изучается в 7 семестре. Данная дисциплина служит фундаментом

при изучении курсов «Автоматизация производственных процессов в машиностроении», «Проектирование машиностроительного производства», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» и других специальных дисциплинах.

### **3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Перечень компетенций**

Изучение дисциплины «Теория автоматического управления» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

##### **общепрофессиональных (ОПК):**

– Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ОПК-9);

– Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения (ОПК-10);

##### **профессиональных (ПК):**

– Способен применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов деталей и узлов машиностроения (ПК-12).

### **3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения**

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

#### **знать:**

- практические приемы и методы расчета и проектирования машин; основные виды расчета и проектирования машин; способы расчета и проектирования машин (З-ОПК-9);
- практические приемы и методы подготовки технических заданий; основные виды подготовки технических заданий; способы формирования подготовки технических заданий; (З-ОПК-10);
- практические приемы и методы стандартных расчетов машин; основные виды стандартных расчетов машин; способы формирования стандартных расчетов машин; (З-ПК-12);

#### **уметь:**

- формулировать задачи расчета и проектирования машин; выбирать методы расчета и проектирования машин; работать со справочной и специальной литературой расчета и проектирования машин(У-ОПК-9);
- формулировать задачи подготовки технических заданий; выбирать методы подготовки технических заданий; работать со справочной и специальной литературой подготовки технических заданий (У-ОПК-10);
- формулировать задачи стандартных расчетов машин; выбирать методы стандартных расчетов машин; работать со справочной и специальной литературой стандартных расчетов машин (У-ПК-12);

#### **владеть:**

- опытом расчета и проектирования машин; опытом обеспечения надежности расчета и проектирования машин (В-ОПК-9);
- опытом подготовки технических заданий; опытом обеспечения надежности подготовки технических заданий (В-ОПК-10);
- опытом стандартных расчетов машин; опытом обеспечения надежности стандартных расчетов машин (В-ПК-12).

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(В17)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(В18)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(В19)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение

		<p>первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</li> <li>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</li> <li>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></li> </ul>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></li> </ul>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>
	<p><b>УГНС 15.00.00 «Машиностроение»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствовани</li> </ul>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля и всех видов практик для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования творческого инженерного мышления и готовности к работе в профессиональной среде через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании и создании</li> </ul>

	<p>ю (В31);  - формирование культуры решения изобретательских задач (В32)</p>	<p>конкурентноспособной машиностроительной продукции;  - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам в области создания новых современных образцов технологических машин и комплексов с применением современных компьютерных CAD/CAM/CAE-,PDM- и PLM- систем через содержание дисциплин и практик, акцентирование учебных заданий, групповое решение практических задач, учебных проектов, прохождение практик на конкретных рабочих местах, ознакомление с современными технологиями промышленного производства.  2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Теория решения изобретательских задач", "Решение инженерных задач на ПЭВМ", "Компьютерные технологии в инженерном деле" для формирования культуры решения изобретательских задач, развития логического мышления, путем погружения студентов в научную и инновационную деятельность института и вовлечения в проектную работу.</p>
--	---	--

## 4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Структура дисциплины

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Практ. занятия	Самост. работа			
7 семестр								
1	Раздел 1	1	2	2		ПР-2 ПР-3	Т-4	10
		2	2	2				
		3	2	2				
		4	2	2	10			
2	Раздел 2	5	2	2		ПР-6 ПР-8	Т-9	10
		6	2	2				
		7	2	2				
		8	2	2				
		9	2	2	11			
3	Раздел 3	10	2	2		ПР-11 ПР-13	КР-14	15
		11	2	2				
		12	2	2				
		13	2	2				
		14	2	2	11			
4	Раздел 4	15	2	2		ПР-16 ПР-17	КР-18	15
		16	2	2				
		17	2	2				
		18	2	2	13			

Итого		36	36	45			50
Экзамен		27					50
Итого за семестр							100

## 4.2 Содержание лекций

### Раздел 1.

#### Лекция 1 Основные понятия и определения теории автоматического управления .

Цель автоматического управления. Объект управления, его входные (управляющие) и выходные (управляемые) переменные. Возмущения - полезные (нагрузка) и помехи. Системы автоматического регулирования, программного управления и следящие системы. Фундаментальный принцип автоматического управления - обратная связь. Принцип компенсации. Основные функциональные элементы и схемы систем. Классификация САУ.

#### Лекция 2 Линейные модели систем.

Статистические и динамические характеристики. Линейные математические модели систем в переменных входы-выходы. Дифференциальные уравнения. Линеаризация уравнений. Передаточные функции. Преобразование Лапласа. Функциональные и структурные схемы. Передаточные функции последовательного, параллельного соединений и замкнутой системы.

#### Лекция 3. Типовые динамические звенья и их характеристики

Частотная характеристика разомкнутой системы. Годографы АФЧХ и логарифмические характеристики. Типовые возмущающие функции. Характеристики во временной области: переходная, весовая (импульсная). Динамические характеристики типовых звеньев (безынерционного, инерционного, интегрирующего, дифференцирующего, интегродифференцирующего). Динамические характеристики типовых звеньев (с усилителем-инвертором, колебательного, запаздывающего). Динамические характеристики электродвигателя и электромашинного усилителя.

## **Раздел 2.**

### Лекция 4. Устойчивость линейных систем

Свободные и вынужденные процессы в системах. Определение асимптотической и экспоненциальной устойчивости. Колебательность системы. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова и Найквиста. Логарифмические критерии устойчивости. Определение допустимого коэффициента усиления. Построение областей устойчивости в плоскости одного и двух параметров (D-разбиение).

### Лекция 5. Качественные показатели САУ

Прямые и косвенные показатели качества. Оценка ошибки регулирования. Определение требуемого коэффициента усиления. Методы оценки качества по вещественной составляющей частотной характеристики. Методы расчета переходных процессов в системе. Графоаналитические методы. Метод трапеций. Определение допустимого коэффициента усиления.

### Лекция 6. Системы управления на переменном токе

Особенности анализа. Модуляторы и демодуляторы. Передаточная функция.

## **Раздел 3**

### Лекция 7. Синтез и коррекция систем

Синтез систем по логарифмическим характеристикам. Последовательная и параллельная коррекция. Порядок синтеза и анализа САУ.

### Лекция 8. Дискретные системы автоматического управления

Основные понятия и определения, примеры систем. Импульсные САУ. Виды модуляции. Простой импульсный элемент, его передаточные функции. Математический аппарат (решетчатые функции и уравнения). D- и Z-преобразования, их связь с преобразованием Лапласа. Приведенная структурная схема системы. Критерии устойчивости (аналоги критериев Гурвица, Михайлова, Найквиста) и показатели качества. Системы с микро-ЭВМ. Структурная схема. Погрешности квантования, правила выбора разрядности.

## Лекция 9. Нелинейные системы автоматического управления.

Определение нелинейных систем, основные виды нелинейностей. Приведение структурной схемы к расчетному виду. Методы анализа систем. Фазовый метод. Фазовый портрет линейных и нелинейных систем. Понятие предельного цикла. Метод припасовывания. Гармоническая линеаризация. Методы оценки устойчивости. Применение метода логарифмических частотных характеристик. Построение графика переходного процесса по фазовой траектории. Пример расчета системы.

### **Раздел 4**

## Лекция 10. Системы с переменными параметрами.

Определение системы, математическое представление. Весовая характеристика и передаточная функция (переменная частотная характеристика). Анализ методами замороженных коэффициентов и замороженных реакций.

## Лекция 11. Системы с запаздыванием

Системы с запаздыванием и распределенными параметрами. Расчет приближенными методами. Графоаналитические методы оценки устойчивости замкнутой и разомкнутой систем (критерии Михайлова и Найквиста).

## Лекция 12. Адаптивные системы

Экстремальные, самонастраивающиеся и обучающиеся системы. Экстремальные САУ. Детерминированный поиск экстремума: методы градиента, наискорейшего спуска и Гаусса-Зейделя. Метод случайного поиска экстремума: статистического случайного, статистического градиента, статистического наискорейшего спуска. Динамика экстремальных систем. Квазистационарные и форсированные процессы.

### **4.3 Тематический план практических работ.**

№ 1: Исследование характеристик динамических звеньев САУ. (по различным принципам действия).

- № 2: Исследование характеристик нелинейных звеньев САУ. (по различным принципам действия).
- № 3: Исследование САУ стабилизации скорости вращения электродвигателя.
- № 4: Исследование САУ задания угла поворота вала.
- № 5: Исследование преобразований структурных схем.
- № 6: Составление функциональных схем систем автоматического управления технологическими процессами.
- № 7: Составление уравнений движения звеньев с применением уравнений Лагранжа 2-го рода. Определение передаточных функций звеньев систем автоматического управления.
- № 8: Составление структурных схем систем автоматического управления. Преобразование структурных схем.
- № 9: Построение амплитудно-фазовых частотных характеристик систем автоматического управления.
- № 10: Построение логарифмических частотных характеристик систем автоматического управления.
- № 11: Определение устойчивости и критических коэффициентов передачи систем автоматического управления с использованием критериев Гурвица, Михайлова, Найквиста.
- № 12: Определение устойчивости и критических коэффициентов передачи систем автоматического управления с помощью логарифмических частотных характеристик.
- № 13: Частотный синтез корректирующего устройства.
- № 14: Метод корневого годографа.
- № 15: Исследование пин-регуляторов.
- № 16: Модальное управление.
- № 17: Наблюдающие устройства.
- № 18: Исследование устойчивости систем с обратной связью.

#### **4.4 Самостоятельная работа студентов**

1. Освоение теоретического учебного материала
2. Подготовка к практическим занятиям, оформление отчета
3. Подготовка к аттестации раздела.
4. Подготовка к экзамену.

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», реализация компетентностного подхода должна предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях с применением мультимедийного проектора в виде мультимедиа-лекций. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного тестирования и сдачи контрольных работ.

Таблица. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

<b>Семестр</b>	<b>Вид занятия (Л, ПР, ЛР, ТК)</b>	<b>Используемые интерактивные образовательные технологии</b>	<b>Количество часов</b>
7	Л	Мультимедийные технологии	12
	ПР	Мультимедийные технологии	12
Итого:			24

## **6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Жмудь, В. А. Теория автоматического управления. Замкнутые системы : учебное пособие для вузов / В. А. Жмудь. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 234 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05119-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/539500>
2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/538012>

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — URL : <https://urait.ru/bcode/538014>
2. Коломейцева, М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях : учебное пособие для вузов / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 104 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11166-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/540797>

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>