

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)

**КАФЕДРА
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ
_____ Т.И. Улитина
«26» _____ июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Профиль подготовки: Технология машиностроения

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2024

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели 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.

1.2 Задачи дисциплины

Задачей дисциплины «Теория автоматического управления» является формирование у студентов способности 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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к базовой части учебного плана, изучается в 6 семестре.

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

3.1 Общекультурные и профессиональные компетенции

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

профессиональными (ПК):

Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров (ПК-4);

Способен участвовать в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации, выборе технологий, и указанных средств вычислительной техники для реализации процессов проектирования, изготовления, диагностирования и программных испытаний изделий (ПК-5).

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

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

знать:

- знать технические требования, предъявляемые к машиностроительным изделиям, основные технологические свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий, характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения, типы и конструктивные особенности средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, технологические возможности средств автоматизации и механизации (ПК-4);

- закономерности и связи процессов проектирования и создания машин; технологию сборки; принципы разработки технологического процесса изготовления машиностроительных изделий; способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; принципы и правила проектирования режущего инструмента и технологической оснастки (ПК-5)

уметь:

- уметь устанавливать исходные данные для проведения проектных и опытно-конструкторских работ, изготовления средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, рассчитывать необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывать план их размещения, определять состав и количество работающих при использовании средств автоматизации и механизации технологических процессов (ПК-4);

- выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления из них изделий, способы реализации основных технологических процессов; определять номенклатуру средств технологического оснащения; выполнять оптимизацию режимов резания для производственных условий цеха, сравнивать качество инструментов различных производителей, проектировать технологическую оснастку для разрабатываемого технологического процесса (ПК-5);

владеть:

- навыками выполнения расчетов и обоснований при выборе форм и методов организации производства; выполнения плановых расчетов; организации управления; методикой расчета и анализа продолжительности производственных циклов простых и сложных производственных процессов; методом сетевого планирования (ПК-4);

- владеть навыками поиска и выбора моделей средств автоматизации и механизации технологических процессов, оформления технических заданий на создание средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций (ПК-5).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	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 (B18)	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 ложенаучного толка (B19)	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 первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - 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.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	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. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - 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.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	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.
	УГНС 15.00.00 «Машиностроение»: - формирование творческого инженерного мышления и стремления к	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля и всех видов практик для: - формирования творческого инженерного мышления и готовности к работе в профессиональной среде через изучение

	постоянному самосовершенствованию (B31); - формирование культуры решения изобретательских задач (B32)	вопросов применения методов программной инженерии в проектировании и создании 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.
--	---	--

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы , 72 часа.

№ п/ п	Раздел учебной дисциплин ы	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемост и (неделя, форма)	Аттестаци я раздела (неделя, форма)	Макс . балл за разде л
			Лекции	Практ.за нятия/се минары	Лабор. работы	Самост. работа			
Семестр 6									
1	Раздел 1	1 2 3 4	2 2	2 2 2	 2	 2 2	ТК	РК	10

2	Раздел 2	5	2	2			ТК	РК	15
		6		2					
		7	2	2		2			
		8		2					
		9	2	2		3			
3	Раздел 3	10		2	2		ТК	РК	15
		11	2	2					
		12		2		2			
		13	2	2		2			
				2					
4	Раздел 4	14		2		2	ТК	РК	10
		15	2	2					
		16		2		3			
		17	2	2					
		18		2					
Итого			18	36	4	18			50
Зачет с оценкой			-						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1 Основные понятия и определения теории автоматического управления, линейные модели систем, типовые динамические звенья и их характеристики.

Тема 1.1 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. Пример САУ. Классификация САУ.

Тема 1.2 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.

Тема 1.3 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 (безинерционного, инерционного, интегрирующего, дифференцирующего, интегродифференцирующего). Динамические характеристики типовых звеньев (с усилителем-инвертором, колебательного, запаздывающего). Динамические характеристики электродвигателя и электромашинного усилителя.

Раздел 2 Устойчивость линейных систем, качественные показатели САУ, системы управления на переменном токе

Тема 2.1 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).

Тема 2.2 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.

Тема 2.3 Системы управления на переменном токе

Особенности анализа. Модуляторы и демодуляторы. Передаточная функция.

Раздел 3 Синтез и коррекция систем, дискретные системы автоматического управления, нелинейные системы автоматического управления

Тема 3.1 Синтез и коррекция систем

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

Тема 3.2 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.

Тема 3.3 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 Системы с переменными параметрами, системы с запаздыванием, адаптивные системы

Тема 4.1 Системы с переменными параметрами

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

Тема 4.2 Системы с запаздыванием

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

Тема 4.3 Адаптивные системы

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

4.2 Содержание практических работ

1. Принципы функционирования моделирующих пакетов
2. Типовые динамические звенья
3. Динамические звенья и их характеристики во временной области
4. Частотные характеристики динамических звеньев
5. Принципы и законы регулирования
6. Исследование преобразований структурных схем
7. Исследование устойчивости систем с обратной связью
8. Анализ устойчивости линейных САР
9. Оценка качества регулирования
10. Повышение точности САР
11. Коррекция САР
12. Синтез САР
13. Метод корневого годографа
14. Исследование ПИД-регуляторов
15. Модальное управление
16. Наблюдающие устройства

4.3 Самостоятельная работа студентов

1. Освоение теоретического учебного материала
2. Подготовка к практическим занятиям, оформление отчета
3. Подготовка к промежуточному тестированию.
4. Подготовка к дифференцированному зачету, сдача его (в период экзаменационной сессии).

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 направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое 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.

Практические занятия проводятся как в компьютерных лабораториях, с разделением группы на подгруппы из 10 человек (для соблюдения принципа каждому студенту свое рабочее место), так и в лекционных аудиториях. За 2 дня до проведения практических работ студентам выдается их описание для изучения, для отсутствующих студентов задания выкладываются на файловый сервер в методический раздел (Metodica). Перед началом работ проводится тестирование или опрос студентов для проверки их готовности к выполнению практических работ.

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

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>