

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
ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

Т.И. Улитина
«26» _____ июня 2024 г.

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

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Трехгорный
2024

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Целями дисциплины являются:

- изучение общих законов, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел и возникающие при этом взаимодействия между телами;
- формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков исследований с построением механико-математических моделей, адекватно отражающих изучаемые явления;

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- определение сил, возникающих при взаимодействии материальных тел, составляющих механическую системы (силовой расчет);
- определение характеристик движения тел и их точек в различных системах отсчета (кинематический расчет);
- определение законов движения материальных тел при действии сил (динамический расчет).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к базовой части учебного плана. Для успешного освоения учебного курса необходимо знание дисциплин: «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дискретная математика», «Электротехника», «Электроника». Данная дисциплина служит фундаментом при изучении курсов «Автоматизация производственных процессов и производств», «Технология автоматизированного производства» и других специальных дисциплин.

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

3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции

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

общепрофессиональные (ОПК):

– Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ОПК-1);

– Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств (ОПК-13);

профессиональные (ПК):

– Способен участвовать в разработке практических мероприятий по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления изготовлением продукции, ее жизненным циклом и качеством, производственный контроль их выполнения (ПК-4);

Способен участвовать в разработке и практическом освоении средств, систем управления производством продукции, ее жизненным циклом и качеством, в подготовке планов освоения новой техники (ПК-5).

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (З-ОПК-1);
- методы расчета проектирования систем автоматизации технологических процессов и производств (З-ОПК-13);
- современные средства автоматизации и управления (З-ПК-4);

– основные кадровые документы (Устав, должностные инструкции персонала и их руководителей, правила внутреннего трудового распорядка, организационную структуру предприятия (З-ПК-5);

уметь:

– применять методы математического анализа и моделирования для решения поставленных задач (У-ОПК-1);

– применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств (У-ОПК-13);

– проводить мероприятия по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления (У-ПК-4);

– организовывать, руководить и координировать деятельностью подчиненного персонала в соответствии с требованиями должностных инструкций (У-ПК-5);

владеть:

– методами математического анализа и моделирования для решения поставленных задач (В-ОПК-1);

– методами расчета проектирования систем автоматизации технологических процессов и производств (В-ОПК-13);

– навыками проведения практических мероприятий по совершенствованию систем, а также проведение производственного контроля (В-ПК-4);

– организаторскими способностями для обеспечения выполнения производственных показателей (В-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 (В17)	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 лженаучного 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 постоянному самосовершенствованию (B31); - формирование культуры решения изобретательских задач (B32)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля и всех видов практик для: - формирования творческого инженерного мышления и готовности к работе в профессиональной среде через изучение 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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/ п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестац ия раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Лабор. раб.	Практ. занятия	Самост. работа			
Семестр 6									
1	Раздел 1	1	2	-	2	3	КР1 – 3	Т1– 4	10
		2	2	2	3				
		3	2	-	2	3			
		4	2	2	2	3			
2	Раздел 2	5	2	-	2	3	Т2 – 7	Т3 – 9	15
		6	2	2	2	3			
		7	2	-	2	3			
		8	2	2	2	3			
		9	2	-	2	3			
3	Раздел 3	10	2	2	2	3	КР2 – 12	Т4– 13	10
		11	2	-	2	3			
		12	2	2	2	3			
		13	2	-	2	3			

4	Раздел 4	14	2	2	2	3	Т5 – 16	Т6 – 18	15
		15	2	-	2	3			
		16	2	2	2	3			
		17	2	-	2	3			
		18	2	2	2	3			
Итого			36	18	36	36			50
Экзамен			36			—			50
Итого за семестр									100

КР- Контрольная работа

Т- Тест

4.1 Содержание лекций

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

Тема 1.1 Основные понятия и определения ТАР

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.
3. Подготовка к контрольным работам промежуточному тестированию.
4. Выполнение курсовой работы.
5. 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 направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и 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 «Теория автоматического управления» включает:

- 6.1 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (вопросы и билеты к экзамену).
- 6.2 Комплект тестовых заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.3 Комплект контрольных работ для аттестации разделов.
- 6.4. Тематика курсовых работ.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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>