

Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 6 от 30.08.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАТРОННЫХ И
РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

15.03.06 Мехатроника и робототехника

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Разработка роботизированных систем для атомной промышленности

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
7	3	108	16	32	16	16	44	Зач.
8	5	180	16	16	16	0	132	Экз., КП
Итого	8	288	32	48	32	16	176	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Разработка систем управления мехатронных и роботизированных устройств» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», образовательной программы «Разработка роботизированных систем для атомной промышленности».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) знать:

3.1 основные виды механизмов, используемых в мехатронных и робототехнических системах, состав и принцип функционирования отдельных механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем

3.2 методы разработки алгоритмов и программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем

2) уметь:

У.1 разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями

У.2 разрабатывать управляющие программы для систем управления робототехнических систем

У.3 проводить исследования математических моделей изделий и электронных схем с использованием стандартных программных пакетов

3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:

В.1 разработки конструкторской и проектной документации с применением средств автоматизированного проектирования.

В.2 разработки алгоритмов и компьютерных программ для управления робототехническими системами

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Разработка систем управления мехатронных и роботизированных устройств» являются:

Дать студентам информацию об основных принципах программирования ввода/вывода информационных потоков и формирования управляющих сигналов систем управления мехатронными и робототехническими системами

Основными задачами дисциплины являются:

- освоение методов непосредственного, последовательного и параллельного программирования процедур приема и обработки информации;
- разработки программных средств для макетов мехатронных систем, вести разработку алгоритмов и программных средств реализации корректирующих устройств;
- получения навыков разработки и отладки программных средств микропроцессорных систем, реализующих алгоритмы управления мехатронными модулями;

- проводить предварительные испытания составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Разработка систем управления мехатронных и роботизированных устройств» (Б1.В.ОД.1.6) - Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский			
Изучение технической документации, определение характеристик и анализ на предпроектное обследование электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем. Разработка программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления мехатронными и робототехническими системами. Составление отчета о выполненных испытаниях частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы.	Мехатронные и робототехнические системы, и их составляющие: - информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; - математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; - методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; - научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем.	ПК-1 Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	З-ПК-1 знать основные виды механизмов, используемых в мехатронных и робототехнических системах, состав и принцип функционирования отдельных механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем. У-ПК-1 уметь разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями. В-ПК-1 владеть навыками разработки конструкторской и проектной документации с применением средств автоматизированного проектирования.
Изучение технической документации, определение характеристик и анализ технического задания	Мехатронные и робототехнические системы, и их составляющие: - информационно-	ПК-2 Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и	З-ПК-2 знать методы разработки программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем. У-ПК-2 уметь разрабатывать

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
на предпроектное обследование электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем. Разработка программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления мехатронными и робототехническими системами. Составление отчета о выполненных испытаниях частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы.	сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; - математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; - методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; - научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем.	робототехнических системах	управляющие программы для систем управления. В-ПК-2 владеть навыками программирования микропроцессоров и микроконтроллеров.
Проектирование программного обеспечения для работы электропривода. Разработка эксплуатационной документации на программное обеспечение в соответствии с требованиями нормативной документации. Проведение испытаний опытных образцов изделий робототехники.	Мехатронные и робототехнические системы, и их составляющие: - информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; - математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; - методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; - научные исследования и	ПК-5.1 Способен решать задачи по проектированию программного обеспечения для электропривода в роботизированных системах.	З-ПК-5.1 Знать: Возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств. Методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения и программных интерфейсов. Типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке компьютерного программного обеспечения. Нормативно-технические документы (стандарты), определяющие требования к технической документации на компьютерное программное обеспечение. У-ПК-5.1 Уметь: Проводить анализ исполнения требований к компьютерному программному обеспечению. Вырабатывать варианты реализации требований к компьютерному программному обеспечению. Применять существующие стандарты для разработки технической документации на компьютерное

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	производственные испытания мехатронных и робототехнических систем.		программное обеспечение. В-ПК-5.1 Владеть: Навыками разработки, тестирования и отладки алгоритмов и программ, а также технологией работы со специализированными программными обеспечениями. Эксплуатации проектируемых конструкций изделий робототехники. Навыками программно-аппаратных средств отладки программного обеспечения микропроцессорных систем.
тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
Анализ научно-технической информации, участие в проведении экспериментов на действующих макетах, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств. Исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.	Мехатронные и робототехнические системы, и их составляющие: - информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; - математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; - методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; - научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем.	ПК-5 Способен участвовать в проведении экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	З-ПК-5 знать основные методики проведения экспериментов. У-ПК-5 уметь использовать современные информационные технологии и технические средства для обработки результатов экспериментов. В-ПК-5 владеть навыками проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем.

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Разработка систем управления мехатронных и роботизированных устройств» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», образовательной программе «Разработка роботизированных систем для атомной промышленности».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 8, 288 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 7, 8.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «1 раздел»
- **раздел 2** – «1 раздел»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
7 семестр (19 недель)								
1	1 раздел	16	32	16	44	10/ЛР1, 12/ЛР2, 14/ЛР3, 16/ЛР4, 15/КИ1		60
	Зачет							40
Итого за 7 семестр:		16	32	16	44			100
8 семестр (9 недель)								
2	1 раздел	16	16	16	36	1/ЛР5, 3/ЛР6, 5/ЛР7, 7/ЛР8, 2/Зд1, 4/Зд2, 6/Зд3, 8/Зд4		60
	Курсовой проект				60			
	Экзамен				36			40
Итого за 8 семестр:		16	16	16	132			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– знать основные виды механизмов, используемых в мехатронных и робототехнических системах, состав и принцип функционирования отдельных механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем. (З-ПК-1)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– уметь разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями. (У-ПК-1)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– владеть навыками разработки конструкторской и проектной документации с применением средств автоматизированного проектирования. (В-ПК-1)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– знать методы разработки программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем. (З-ПК-2)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– уметь разрабатывать управляющие программы для систем управления. (У-ПК-2)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– владеть навыками программирования микропроцессоров и микроконтроллеров. (В-ПК-2)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– знать основные методики проведения экспериментов. (З-ПК-5)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект

– уметь использовать современные информационные технологии и технические средства для обработки результатов экспериментов. (У-ПК-5)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– владеть навыками проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем. (В-ПК-5)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– Знать: Возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств. Методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения и программных интерфейсов. Типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке компьютерного программного обеспечения. Нормативно-технические документы (стандарты), определяющие требования к технической документации на компьютерное программное обеспечение. (З-ПК-5.1)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– Уметь: Проводить анализ исполнения требований к компьютерному программному обеспечению. Вырабатывать варианты реализации требований к компьютерному программному обеспечению. Применять существующие стандарты для разработки технической документации на компьютерное программное обеспечение. (У-ПК-5.1)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– Владеть: Навыками разработки, тестирования и отладки алгоритмов и программ, а также технологией работы со специализированными программными обеспечениями. Эксплуатации проектируемых конструкций изделий робототехники. Навыками программно-аппаратных средств отладки программного обеспечения микропроцессорных систем. (В-ПК-5.1)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 1 раздел	
1.1 Классификации систем управления. Классификации систем управления мехатронными и робототехническими системами. Классификация по иерархическому признаку построения: исполнительные системы управления, системы управления тактического и стратегического уровней	2
1.2 Функциональное описание мехатронных и робототехнических систем. Функциональная схема мехатронной системы, ее основные элементы. Системы программного, адаптивного и интеллектуального управления. Интеллектуальные мехатронные модули	2
1.3 Задачи синтеза программных траекторий. Задачи синтеза программных траекторий. Типовые траектории перевода исполнительного органа из исходной точки в целевую. Формирование условий, обеспечивающих вычисление коэффициентов полинома, описывающего программную траекторию. Недостатки полиномиального описания. Разбиение траектории на участки. Переход к кусочно-полиномиальным моделям типа 4-3-4, 3-5-3	4
1.4 Кусочно-линейные описания траекторий. Кусочно-линейные описания траекторий. Преимущества кубических полиномов. Основные задачи: выбор опорных точек, определение значений управляемых координат в опорных точках, расчет времени движения звена между опорными точками, вычисление коэффициентов сплайнов	2
1.5 Скорости и ускорения звеньев манипулятора. Вращение твердого тела. Скорости и ускорения звеньев манипулятора. Прямая и обратная задача о скорости	2
1.6 Назначение опорных точек. Назначение опорных точек. Определение значений координат звеньев исполнительного механизма и положения рабочего органа в опорных точках. Определение времени движения звеньев на участках интерполяции. Общее время отработки программной траектории	2
1.7 Система управления исполнительного уровня. Математическая модель исполнительной системы, исследование линеаризованной модели. Автоматизированный синтез исполнительной системы	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>16</i>
Раздел 2 1 раздел	
2.1 Математические модели элементов цифровых исполнительных систем. Математические модели элементов цифровых исполнительных систем: аналого-цифрового и цифроаналоговых преобразователей и их статические характеристики, цифровые корректирующие устройства	2
2.2 Узлы интерполирования и перекрёстное свойство. Выбор узлов интерполирования при формировании численных характеристик. Перекрестное свойство при использовании вещественного интегрального преобразования. Перекрестное свойство как инструмент повышения точности решения приближенных задач. Оценивание снижения объема вычислений при действии над моделями в виде численных характеристик	4

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
2.3 Синтез регуляторов. Синтез регуляторов вещественным интерполяционным методом. Обеспечение робастности синтезируемых систем. Идентификация объектов управления вещественным интерполяционным методом	2
2.4 Уравнения движения исполнительных механизмов. Уравнения движения исполнительных систем и исполнительных механизмов мехатронных систем	2
2.5 Алгоритмы управления мехатронными и робототехническими систем компесационным методом. Алгоритмы позиционного и скоростного управления движением МС. Алгоритмы управления по ускорению. Уравнение управляемого движения исполнительного механизма. Схемное представление управляемого движения. Синтез алгоритмов перевода исполнительного механизма в заданную точку: получение закона изменения момента двигателя, управляющего	4
2.6 Логическое управление сложной робототехнической системой. Понятие сложной системы, построение моделей подсистем, сетевой автомат, сеть автоматов. Метод управления сложной робототехнической системой. Построение самонастраивающихся исполнительных систем управления	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>16</i>
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 1 раздел	
1.1 Управление низковольтным шаговым двигателем с использованием платформы ARDUINO. Получение практических навыков по разработке и программной реализации алгоритма управления шаговым двигателем	4
1.2 STM 32 Работа с портами ввода/вывода. Получение практических навыков по работе с портами ввода/вывода, организации кода программы в виде функций, организации базовой структуры программы	4
1.3 STM 32 Работа с внешними прерываниями. Получение практических навыков по использованию внешних прерываний для выполнения программных функций по внешнему сигналу	4
1.4 STM 32 Работа с АЦП. Устройства индикации. Получение практических навыков по использованию динамической индикации при отображении результатов измерений	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>16</i>

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 2 1 раздел	
2.1 STM 32 Организация последовательной передачи информации. Интерфейс UART. Получение практических навыков по реализации передачи данных между устройствами с помощью последовательного интерфейса UART, организации связи между ПК и микроконтроллером	4
2.2 STM 32 Использование аналогового компаратора. Получение практических навыков по использованию аналогового компаратора в составе микроконтроллера на отладочной плате	4
2.3 STM 32 Операционный усилитель. Получение практических навыков по использованию платы при работе аналоговыми сигналами, особенности использования операционного усилителя	4
2.4 STM 32 Генерация сигналов и управление их характеристиками. Получение практических навыков по генерации сигналов и управлению их характеристиками с использованием отладочной платы и отображением информации	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>16</i>
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	32

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 1 раздел	
1.1 Системный подход к проектированию систем управления РТК. Укрупненные этапы жизненного цикла изделия. Постановка вопроса проектирования. Оценка экономической целесообразности проведения разработки. Разработка функциональной спецификации. Назначение и классификация систем управления роботами и РТК, уровни управления. Задачи и основные этапы проектирования. Задачи проектирования роботов и РТК	4
1.2 Алгоритм проектирования, содержание этапов, конструкторская документация. Номенклатура документов для стадий проектирования. Государственные стандарты. Стандарты предприятия. Стандарты разработки ПО для систем высокой ответственности. Процессы разработки программного обеспечения. Жизненный цикл ПО. Верификация и валидация. Документирование ПО	4

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
1.3 Программно-технические комплексы как база современных систем контроля и управления. Типовые функции ПТК. Программнотехнические платформы. Принципиальные различия между ПТК и ПТП. Использование платформы в качестве технической базы ПТК. Структурная схема РТС. Уравнения блоков стандартной позиционной структуры (СТПС). Подходы к программной реализации УА. Матричное описание СП (графа операций)	4
1.4 Структура программно-технической платформы. Структура программно-технической платформы. Архитектура аппаратных средств ПТП. Архитектура программных средств ПТП. Обзор современных отечественных и зарубежных ПТП	4
1.5 Разработка автоматизированных систем управления. Этапы разработки и внедрения автоматизированных систем управления технологических процессов и производств	4
1.6 Подключение платы и установка среды разработки. Подключение платы и установка среды разработки. Основное и дополнительное программное обеспечение	4
1.7 Графические средства настройки микроконтроллеров STM32. Графические средства настройки микроконтроллеров STM32. Среда разработки ColIDE	4
1.8 Средства настройки работы микроконтроллера. Средства настройки частоты работы микроконтроллера. Программные средства для прошивки платы	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	32
Раздел 2 1 раздел	
2.1 Электродвигатель. Получение практических навыков по осуществлению подключения электродвигателя и управления им	4
2.2 Шаговый двигатель. Получение практических навыков по осуществлению подключения шагового двигателя и управления им	4
2.3 Сервопривод. Получение практических навыков по осуществлению подключения шагового двигателя и управления им с помощью широтно-импульсной модуляции	4
2.4 Радиопередатчик RF 315/433 МГц. Подключение радиопередатчика микроконтроллеру, вывод информации на индикатор. Получение практических навыков по работе с радиопередатчиком RF 315/433 МГц, его программированием и осуществлением передачи информации по радиоканалам	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	16
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	48

5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовой проект (8 семестр).

Курсовой проект «Разработка программы для осуществления управление движением робота по заданной траектории» включает в себя следующие разделы:

Раздел 1: Описание конструкции, состава и структуры автоматизированной системы управления;

Раздел 2: Моделирование работы системы управления, анализ и синтез цифрового регулятора;

Раздел 3: Проектирование схмотехнических решений и подбор электронных компонентов системы управления;

Раздел 4: Разработка алгоритмического и программного обеспечения.

6 Образовательные технологии

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Игра, Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Игра, Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

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

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-1	З-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-1	У-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-1	В-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-2	З-ПК-2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-2	У-ПК-2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-2	В-ПК-2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-5	З-ПК-5	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-5	У-ПК-5	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-5	В-ПК-5	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5,

		ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-5.1	З-ПК-5.1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-5.1	У-ПК-5.1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-5.1	В-ПК-5.1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КИ1, Зачет (7 сем.), ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

Аттестация в 7 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	8	4.8
ЛР2	Лабораторная работа	8	4.8
ЛР3	Лабораторная работа	8	4.8
ЛР4	Лабораторная работа	8	4.8
КИ1	Контроль по итогам	28	16.8
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Зачет		40	24
Итого:		100	60

Аттестация в 8 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР5	Лабораторная работа	8	4.8
ЛР6	Лабораторная работа	8	4.8
ЛР7	Лабораторная работа	8	4.8
ЛР8	Лабораторная работа	8	4.8
Зд1	Задание (задача)	7	4.2
Зд2	Задание (задача)	7	4.2
Зд3	Задание (задача)	7	4.2
Зд4	Задание (задача)	7	4.2

Сумма:	60	36
Промежуточная аттестация		
Экзамен	40	24
Итого:	100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка «*отлично*» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «*хорошо*» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «*удовлетворительно*» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «*неудовлетворительно*» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Зачета (7 семестр):

- 1 Укрупненные этапы жизненного цикла изделия
- 2 Постановка вопроса проектирования
- 3 Оценка экономической целесообразности проведения разработки
- 4 Разработка функциональной спецификации
- 5 Назначение и классификация систем управления роботами и РТК, уровни управления
- 6 Задачи и основные этапы проектирования
- 7 Задачи проектирования роботов и РТК
- 8 Нормативные акты
- 9 Состав и структура ТЗ. Анализ ТЗ
- 10 Анализ известных решений
- 11 Выбор компромиссного варианта
- 12 Определение размеров робота и параметров движения по степеням подвижности
- 13 Геометрический синтез
- 14 Принцип декомпозиции в робототехнике. Суть метода
- 15 Модульная структура робота и системы
- 16 Алгоритм проектирования, содержание этапов, конструкторская документация
- 17 Номенклатура документов для стадий проектирования
- 18 Стадии разработки конструкторской документации
- 19 Задачи кинематики манипуляторов
- 20 Кинематика многозвенных манипуляторов
- 21 Прямые и обратные задачи о положениях
- 22 Определение скоростей и ускорений движения манипуляторов

- 23 Определение обобщенных скоростей манипулятора, реализующего движение по заданной траектории с заданной ориентацией
- 24 Силовой и динамический анализ в механике манипуляторов
- 25 Решение прямой и обратной задач динамики
- 26 Определение обобщенных сил и реакций в кинематических парах
- 27 Обратные задачи динамики при выполнении технологических операций

Вопросы для Экзамена (8 семестр):

- 1 Геометрические и кинематические характеристики манипуляторов.
- 2 Проектирование захватных устройств
- 3 Классификация захватных устройств
- 4 Основные этапы и содержание проектирования захватного устройства
- 5 Гибкие производственные системы
- 6 Системы группового управления роботами
- 7 Применение дистанционно управляемых роботов и манипуляторов
- 8 Дискретное цикловое программное управление роботами
- 9 Позиционное программное управление
- 10 Системы контурного управления
- 11 Адаптация и уровни адаптации. Робастные системы. Адаптивное и интеллектуальное управление.
- 12 Дистанционные системы управления роботами.
- 13 Биотехнические системы.
- 14 Программное обеспечение системы управления адаптивных роботов.
- 15 Языки и системы программирования роботизированных систем
- 16 Подходы к программированию робототехнических систем
- 17 Последовательность действий по разработке функциональной структуры алгоритма приложения
- 18 Программная реализация системы автоматического управления мехатронного электропривода
- 19 Программная реализация следящей системы автоматического управления
- 20 Математическое моделирование системы управления двухзвенным манипулятором
- 21 Формирование траектории многокоординатного движения
- 22 Методы управления, основанные на решении обратной задачи динамики
- 23 Программирование движения мобильного робота по заданной траектории
- 24 Программирование работы манипулятора
- 25 Программирование взаимодействия независимых роботов для решения общей задачи
- 26 Управление командой роботов

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Гаштова М. Е. Технология формирования систем автоматического управления типовыми технологическими процессами, средствами измерений, несложными мехатронными устройствами и системами [Электронный ресурс]: учебное пособие для спо / Гаштова М. Е., Зулькайдарова М. А., Мананкина Е. И.; Гаштова М. Е., Зулькайдарова М. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - 212 с.

Л1.2 Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Лукинов А. П. - Санкт-Петербург: Лань, 2023 - 608 с.

Л1.3 Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие/ А. П. Лукинов: учебное пособие / А. П. Лукинов - СПб.: Лань, 2019 - 606 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Архипов М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами: учебное пособие для вузов / М. В. Архипов, М. В. Вартаков, Р. С. Мищенко. - Москва: Юрайт, 2024 - 170 с

Л2.2 Куликова Е. А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник и практикум для вузов / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков, А. Н. Петровский. - Москва: Юрайт, 2024 - 252 с

Л2.3 Холопов В. А. Проектирование систем автоматизации и управления: Практикум [Электронный ресурс] / Холопов В. А. - Москва: РТУ МИРЭА, 2020 - 73 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Образовательный портал СТИ НИЯУ МИФИ <https://edu.ssti.ru/>

Э2 ЭБС НИЯУ МИФИ <http://library.mephi.ru/>

Э3 ЭБС издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

Э4 ЭБС elibrary <http://www.elibrary.ru/>

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <https://www.sti.mephi.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

1) название работы;

2) цель работы;

3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;

4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;

5) расчет искомой величины и ее значение;

6) расчет ошибки измерения;

7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;

8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Проработка лекционного материала
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка и написание отчета по практике
- Представление отчета по практике к защите
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (7 семестр)

В течение 7 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на Зачете должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (8 семестр), Курсовой проект (8 семестр)

В течение 8 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену, Курсовому проекту по дисциплине. Студент на Экзамене, защите Курсового проекта должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): А.Л. Федянин