



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

Направление подготовки (специальность)
15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020 г. № 1046)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники
25.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АЭПим,  Лымарь А.Б.

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО "ММК" по электроприводу, канд. техн. наук
 А.Ю. Юдин



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Проектирование мехатронных систем» является формирование у студентов знаний и компетенций в области проектирования исполнительных устройств мехатронных систем, выбора основного и вспомогательного технологического оборудования и построения мехатронных систем для различных видов производства.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Проектирование мехатронных систем входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теоретическая механика

Электротехника и электроника

Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем

Основы мехатроники и робототехники

Моделирование мехатронных систем

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Производственная – преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Проектирование мехатронных систем» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способность подготовить комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов мехатронных систем, включающих автоматизированный электропривод
ПК-2.1	Разрабатывает комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов для последующей реализации проекта

3.1 Системный подход и критерии качества при проектировании мехатронной системы. Коэффициент мехатронности и критерий совершенства мехатронной системы. Качественные показатели движения. Системный подход и метод параллельного проектирования.	7	1,5			2	Самостоятельное изучение научной и учебной литературы.	устный опрос (собеседование)	ПК-2.1
Итого по разделу		1,5			2			
4. Процесс проектирования мехатронных систем								
4.1 Основные этапы проектирования. Исходные данные и алгоритм проектирования. Этапы проектирования	7	1,5			2	Самостоятельное изучение научной и учебной литературы.	устный опрос (собеседование)	ПК-2.1
4.2 Содержание технического задания, технического и рабочего проектов. Алгоритм системного проектирования.		1,5	12		4	Подготовка к лабораторной работе №1.	Защита лабораторной работы №1	ПК-2.1
Итого по разделу		3	12		6			
5. Решение задач кинематики при проектировании мехатронных систем								
5.1 Кинематические и динамические задачи при проектировании мехатронной системы. Прямая и обратная задачи о положении точек и звеньев механизма системы. Векторно - матричные методы решения задач. Задачи динамики мехатронной системы и методы их решения.	7	1			4	Самостоятельное изучение научной и учебной литературы.	устный опрос (собеседование)	ПК-2.1
Итого по разделу		1			4			
6. Выбор элементов мехатронных систем								

6.1 Управляемые приводы и их настройка. Структура управляемых приводов мехатронных систем. Особенности приводов постоянного и переменного тока. Проектирование и настройка регуляторов приводов. Математическое и компьютерное моделирование исполнительных приводов. Линейные и нелинейные математические модели исполнительных приводов. Компьютерная модель привода и ее исследование с использованием пакета визуального моделирования «Simulink» пакета «	7	2	12		4	Подготовка к лабораторной работе №2.	Защита лабораторной работы №2.	ПК-2.1
6.2 Виды датчиков, используемых в мехатронных системах и их характеристики. Выбор датчиков и их математические модели. Встраивание датчиков в мехатронную систему. Математические модели датчиков.		0,5	12		10	Подготовка к лабораторной работе №3.	Защита лабораторной работы №3.	ПК-2.1
Итого по разделу		2,5	24		14			
7. Проектирование и интеграция системы управления								
7.1 Исполнительный, тактический и стратегический уровни управления. Системы управления исполнительного уровня. Структура систем управления на исполнительном уровне. Алгоритм ПИД - регулирования. Адаптивное регулирование по эталонной модели. Нечеткие регуляторы исполнительного уровня. Системы управления тактического и стратегического уровней. Траекторные движения рабочего органа и способы его программирования. Планирование траекторий движения; интерполяция и аппроксимация. Модели внешней среды.	7	2			2	Самостоятельное изучение научной и учебной литературы.	устный опрос (собеседование)	ПК-2.1

7.2 Системы управления с комбинированными обратными связями. Структура систем управления при выполнении технологических операций. Стратегическое управление мехатронными системами. Интеллектуальное управление в мехатронике. Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике. Структура «машинного» интеллекта и человека – машинных систем. Интеллектуальные системы управления на		4			2	Самостоятельное изучение научной и учебной литературы.	устный опрос (собеседование)	ПК-2.1
7.3 Управляемость и наблюдаемость системы. Компенсация нулей и полюсов и свойства системы. Синтез системы с помощью методов пространства состояний. Визуальное моделирование и САПР в проектировании мехатронных систем.		2,5			2	Самостоятельное изучение научной и учебной литературы.	устный опрос (собеседование)	ПК-2.1
Итого по разделу		8,5			6			
8. Подготовка к итоговой аттестации								
8.1 Зачет с оценкой	7				48	Подготовка к зачету с оценкой	Зачет с оценкой	ПК-2.1
Итого по разделу					53			
Итого за семестр		18	36		84		зао	
Итого по дисциплине		18	36		89		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Проектирование мехатронных систем» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Проектирование мехатронных систем» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме и в форме лекций-консультаций. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки курсового проекта, при решении задач на практических занятиях.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168366> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов : учебное пособие / В.П. Шеховцов. — 2-е изд. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-652-0. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1224468> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159953> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Клещарева, Г. А. Расчеты механических приводов : учебное пособие / Г. А. Клещарева. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 105 с. — ISBN 978-5-7410-2320-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159952> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Сергеев, А. П. Мехатроника : курс лекций / А. П. Сергеев, В. А. Улексин. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 220 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087865> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим

доступа: по подписке.

1. Сыркин, В. А. Проектирование электротехнических процессов : методические указания / В. А. Сыркин, П. А. Ишкин, М. А. Кузнецов. — Самара : СамГАУ, 2020. — 59 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/244550> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
АСКОН Компас 3D В.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система — Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (123М, 227М, 023М, 139М):

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
- комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (023М, 227а):

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
- комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Помещения для самостоятельной работы (227а, 139М):

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» предусмотрена аудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает собеседование на практических занятиях, выполнение лабораторных работ.

Перечень лабораторных работ:

Лабораторная работа №1

Выбор и расчет силового оборудования мехатронной системы.

Лабораторная работа №2

Выбор и расчет конструкционного исполнения мехатронной системы.

Лабораторная работа №3

Схема подключений мехатронной системы.

Лабораторная работа №4

Оформление технической документации.

Контрольные вопросы к экзамену:

1. История развития и современное состояние проектирования. Структура проектной организации. Основные понятия и определения. Содержание, методология и структура курса.

2. Техническое задание на проектирование. Основные разделы технического задания на проектирование электроустановки. Состав и последовательность выполнения электрического проекта. Календарный график выполнения

3. Однолинейная электрическая схема. Условные графические обозначения в электротехнике. Штампы чертежей. Однолинейные электрические схемы для электроснабжения и электроприводов. Топологическая схема управления.

4. Преобразователи частоты и устройства плавного пуска.

Конструктивное исполнение преобразователей частоты и устройств плавного пуска. Принципиальные электрические схемы силовых цепей и цепей управления. Дополнительные модули.

5. Принципиальная электрическая схема силовых цепей. Принципиальные электрические схемы силовых цепей с использованием преобразователей частоты и устройств плавного пуска. Маркировка. Автоматические выключатели, рубильники, предохранители, контакторы, реакторы.

6. Принципиальная электрическая схема цепей управления.

Варианты цепей управления для устройств плавного пуска и преобразователей частоты. Маркировка. Кнопки, переключатели, сигнальные лампы, трансформаторы. Перечень элементов.

7. Шкафы, пульты. Конструктивное исполнение шкафов, пультов, шкафчиков. Электромонтажная панель

8. Чертеж общего Общий вид пульта, шкафа. Фасад. Расположение и крепление оборудования. Надписи. Перечень элементов.

9. Тепловые потери в электроустановках. Расчет тепловых потерь, температурного режима и системы вентиляции. Исполнение электрооборудования по пылевлагозащите. Перечень элементов.

10. Коммутация силовых цепей и цепей управления.

Зажимы, разъемы, клеммные коробки для силовых цепей. Клеммники, разъемы и другая коммутационная аппаратура для цепей управления.

11. Схема подключений. Адресный метод изображения схем подключения. Пример выполнения. Провод для монтажа. Перечень элементов.

12. Схема внешних соединений

Таблицы подключений. Расположение электрооборудования. Схема внешних соединений.

13. Кабельный журнал

Кабельная продукция. Выбор сечения токопроводящих жил. Кабельный журнал. Трубная разводка. Заказная спецификация.

14. Перечень чертежей

Пояснительная записка. Обозначение чертежей в проекте. Перечень чертежей.

15. Окончание

Защита и сдача проекта. Взаимодействие проектной организации с исполнителями проекта.

16. Изменения в проекте

Календарный график пуска электроустановки. Электромонтажные и пуско-наладочные работы. Внесение изменений в проект. Показатели работы электроприводов.

Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-2: Способность подготовить комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов мехатронных систем, включающих автоматизированный электропривод		
ПК-2.1	Разрабатывает комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов для последующей реализации проекта	1. Разработать принципиальные электрические схемы цепей управления на базе ПЛК Omron Zen. Проверить работу цепей управления в САПР данного ПЛК путем симуляции. 2. Выбрать устройство плавного пуска и/или преобразователей частоты с последующим обоснованием. 2. Выбрать шкаф или пульт из каталогов в соответствии с габаритами оборудования и техническим заданием. Разработать электромонтажную панель внутри шкафа или пульта. 3. Разработать в САПР КОМПАС 3D: чертежи общего вида пульта, шкафа. Фасад. Расположение и крепление оборудования. Надписи. Перечень элементов. 5. Выполнять коммутацию силовых цепей и цепей управления. Нарисовать чертеж коммутации в САПР КОМПАС 3D. 1. Какие методики используются при проектировании мехатронных систем? 2. Какие методики используются при проектировании робототехнических комплексов? 3. Для чего необходимо решать кинематические задачи при проектировании промышленных манипуляторов? 4. Опишите порядок проектирования мехатронной системы. В чем отличие проектирования мехатронной системы от проектирования робототехнического комплекса? 5. В какой этап проектирования мехатронной системы входит проектирование силовых цепей и цепей управления? 6. В какой этап проектирования мехатронной системы входит проектирование электромонтажной панели? 7. В какой этап проектирования мехатронной системы входит формирование спецификации оборудования? 8. В какой этап проектирования робототехнического комплекса входит описание кинематических особенностей? 9. В какой этап проектирования робототехнического комплекса входит формирование спецификации оборудования? 10. В какой этап проектирования робототехнического комплекса входит выбор электропривода для перемещения звеньев манипулятора?

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Изучение учебной дисциплины «Проектирование электротехнических устройств» длится 1 семестр, семестр завершается зачетом с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в форме устного собеседования.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

- **на оценку «отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- **на оценку «хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- **на оценку «удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- **на оценку «неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- **на оценку «неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.