Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра систем автоматизации производства

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.16 Автоматизированное проектирование мехатронных систем»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника
(код и наименование направления подготовки)

Системы автоматизированного проектирования
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.16 Автоматизированное проектирование мехатронных систем*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра систем автоматизации производства
наименование кафедры

протокол № 9 от «20» февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра систем автоматизации производства _____ Д.А. Проскурин
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры САП _____ Д.А. Проскурин
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника _____ Д.А. Проскурин
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ Н.Н. Бигалиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института
_____ А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Проскурин Д.А., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование инженера, как системного аналитика и разработчика современных автоматизированных и робототехнических систем, с использованием систем автоматизации инженерно-конструкторской деятельности – систем автоматизированного проектирования.

Задачи:

- формирование знаний по основам объектно-ориентированного системного анализа и проектирования сложных систем;
- изучение процедур функционально-структурного и структурно-конструктивного анализа мехатронный систем (МС);
- освоение методики решения задач проектирования и моделирования робототехнических и мехатронных систем с использованием средств автоматизированного проектирования;
- получение навыков разработки структуры и содержания технической документации, документов информационно-маркетингового назначения на мехатронную систему и её модули;
- формирование навыков оформления технической документации, на различных стадиях разработки проекта автоматизированных систем в соответствии с требованиями стандартов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.1 Микропроцессорные системы в технической подготовке производства*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.17 Разработка систем автоматизированного проектирования, Б2.П.В.П.2 Технологическая (проектно-технологическая) практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен применять методы моделирования в профессиональной деятельности	ПК*-2-В-4 Применяет процедуры функционально-структурного и структурно-конструктивного анализа ПК*-2-В-5 Использует методы автоматизированного проектирования с использованием современных программных средств ПК*-2-В-6 Формирует взаимосвязанные функциональную (F-модель), структурную (S-модель) и конструктивную (C-модель) модели мехатронного модуля	**Знать:** - методы автоматизированного проектирования и моделирования с использованием современных программных средств. **Уметь:** - применяет процедуры функционально-структурного и структурно-конструктивного анализа в профессиональной деятельности. **Владеть:** - навыками формирования взаимосвязанных функциональной, структурной и конструктивной моделей мехатронного модуля.
ПК*-7 Способен разрабатывать документы информационно-	ПК*-7-В-5 Понимает структуру и содержание документов информационно-	**Знать:** - структуру и содержание документов информационно-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
маркетингового назначения, технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям и конечным пользователям	маркетингового назначения в бизнес-планировании	маркетингового назначения в бизнес-планировании. **Уметь:** - разрабатывать структуру и содержание документов информационно-маркетингового назначения в бизнес-планировании. **Владеть:** - навыками представления результатов проектной работы в виде разработки технических документов и документов информационно-маркетингового назначения в бизнес-планировании.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**52,25**	**52,25**
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**91,75**	**91,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Принципы построения и проектирования мехатронных систем	22	2		8	12
2	Синтез кинематической структуры МС	32	4		8	20
3	Проектирования приводов. Динамические особенности проектирования мехатронных систем	28	4		4	20

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Проектирование систем управления МС	32	4		8	20
5	Компьютерное моделирование и исследование мехатронных систем	30	4		6	20
	Итого:	144	18		34	92
	Всего:	144	18		34	92

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Принципы построения и проектирования мехатронных систем

Признаки и состав мехатронной системы. Особенности и проблемы проектирования МС: интеграция знаний механики и автоматического управления как особенность проектирования МС; системный подход при проектировании; два типа интеграционных подходов к проектирования МС; модели проектирования МС; преимущества и недостатки принципов проектирования МС; особенности интегрированного проектирования. Исходные данные и критерии качества при проектировании. Требования к качеству проектирования, нормативные акты и стадии проектирования: технические, экономические и социальные критерии проектирования, из взаимосвязь и основные этапы; проектная документация, ее качество, стоимостные и экономические показатели; эффективность проектирования; структура процесса проектирования; стадии проектирования, их особенности, содержание и взаимосвязь. Формирование основных проектных решений по мехатронной системе в целом.

Раздел 2. Синтез кинематической структуры МС

Общие вопросы синтеза механической части МС: цель кинематического синтеза, основные и дополнительные условия синтеза; задачи и виды кинематического синтеза МУ и МС; классификационные признаки синтеза – по числу степеней свободы, по способу задания движения на входе, по величине отрезка приближения, по виду ведомого объекта, по форме задания движения ведомого объекта, – и их математическое обеспечение. Функции отклонения: функции перемещения, выходные параметры синтеза механизмов, функции отклонения – их особенность и преимущества как методов синтеза при автоматизированном проектировании. Функциональные возможности механизмов МС: рекомендации по выбору структурной схемы; критерии оценки функциональных возможностей механизма; методы исследования функциональных возможностей механизмов, особенности и области применимости аналитического, геометрического, эвристического и статистического методов исследования; функциональные возможности механизмов на примере основных типов рычажных механизмов. Классификация методов синтеза механизмов МС: алгебраические, геометрические, оптимизационные методы. Методы интерполирования, квадратического приближения, равномерного приближения, их сравнение, математическое обеспечение. Кинематический расчет МС с несколькими степенями подвижности (промышленных роботов): особенности кинематического расчета промышленных роботов (ПР); прямая и обратная задачи кинематики, их особенности и математическое обеспечение. Определение параметров движения МС по степеням подвижности: выбор скоростей и ускорений по условиям производительности и точности, их взаимосвязь и основные критерии расчета, ограничения на скорости и ускорения степеней подвижности. Основы проектирования зубчатых механизмов и передач: основы расчета цилиндрических, конических, планетарных, дифференциальных, червячных редукторов и передач. Ременные, фрикционные, карданные, винтовые, реечные и кулачковые механизмы и передачи в мехатронике и робототехнике.

Процедуры функционально-структурного и структурно-конструктивного анализа. Синтез функциональной (F-модель), структурной (S-модель) и конструктивной (C-модель) модели мехатронного модуля.

Раздел 3. Проектирования приводов. Динамические особенности проектирования мехатронных систем

Проектирование на основе общего уравнения движения: режимы движения МС; уравнение движения Лагранжа; приведение сил – способы и методы приведения сил, аналитические и

графоаналитические методы; расчеты приведенных массы и момента инерции; уравнение движения механизма в форме уравнения моментов и уравнения сил. Программное движение МС: общие положения формирования функций положения; простейшие динамические критерии законов движения; структура и характеристики законов движения.

Особенности проектирования следящих приводов: структура и функциональная схема следящего привода; определение исходных данных для расчета; выбор основных элементов следящего привода; построение структурной схемы и определение динамических характеристик выбранных элементов Выбор исполнительных двигателей приводов: выбор пневматических двигателей; выбор гидравлических двигателей – выбор гидроцилиндров, гидромоторов, насосных станций; выбор электрических двигателей – двигателей постоянного тока, переменного тока и шаговых двигателей. Алгоритмы и методики проектирования информационных систем в мехатронике: выбор и проектирование информационных устройств и систем; выбор места установки датчиков; выбор типа измерительного преобразователя; аналоговые и дискретные датчики – диапазоны работы, погрешности, особенности проектирования.

Раздел 4. Проектирование систем управления МС

Особенности проектирования систем управления МС: МС – система с цифровым компьютерным управлением; требования к компьютерному управлению движением. Алгоритмы и методики проектирования устройства управления МС. Проектирование цифровой части системы управления: выбор элементной базы цифровой управляющей системы, отвечающей поставленным требованиям; параметры цифровых элементов и их влияние на динамические и точностных показатели МС. Особенности проектирования систем контурного управления: принципы построения систем контурного управления; уравнения динамики и обратная задача кинематики и динамики при контурном управлении роботом. Проектирование систем подчиненного регулирования: принципы модульной оптимизации, основные расчетные зависимости. Погрешности регулирующей части МС.

Раздел 5. Компьютерное моделирование и исследование мехатронных систем

Автоматизированное проектирование и моделирование мехатронных систем: постановка задачи моделирования; задачи моделирования, требования к модели и моделированию, комплекс исследовательских задач. Моделирование МС: моделирование электромеханических, гидравлических и 11 пневматических систем; особенности применения программного обеспечения и компьютерных программ для моделирования отдельных частей и в целом МС.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Проектирование обратной связи	2
2	1	Проектирование механических передач МС	2
3	1	Исследование влияния передаточного числа редуктора на динамические свойства системы управления при обеспечении максимального быстродействия	2
4	1	Исследование влияния передаточного числа редуктора на динамические свойства системы управления при обеспечении минимального момента при пуске и торможении	2
5	2	Исследование кинематики мехатронных модулей движения	2
6	2	Определение параметров объекта управления и синтез регулятора	2
7	2	Синтез регуляторов для приводов мехатронной робототехнической системы	2
8	2	Создание и исследование работы регуляторов нижнего уровня системы управления	2
9	3	Проектирование мехатронного модуля с вращательной кинематической парой и электрогидравлическим приводом поступательного действия	2
10	3	Силовой (кинетостатический) расчет механизмов мехатронных и робототехнических систем	2
11	4	Проектирование системы управления мехатронной	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		робототехнической системы	
12	4	Проектирование системы контурного управления	2
13	4	Проектирование электрической и радиоэлектронной части системы управления мехатронной робототехнической системы	2
14	4	Изучение основных способов управления пневматическими приводами по скорости и положению	2
15	5	Использование пакета программ Proteus для автоматизированного проектирования и моделирования работы электронных схем	2
16	5	Модельные испытания спроектированной мехатронной робототехнической системы	2
17	5	Автоматизация математического описания робототехнических систем с помощью программного комплекса MAPLE	2
		Итого:	34

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Жигалова, Е.Ф. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования / Е.Ф. Жигалова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2016. – 201 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480810. – Библиогр.: с. 196-197. – Текст : электронный.

5.1.2 Головицына, М.В. Автоматизированное проектирование промышленных изделий / М.В. Головицына ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2011. – 340 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233770. – Текст : электронный.

5.1.3 Основы САПР / И.В. Крысова, М.Н. Одинец, Т.М. Мясоедова, Д.С. Корчагин ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Издательство ОмГТУ, 2017. – 92 с. : табл., граф., схем, ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493424. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2423-0. – Текст : электронный.

5.1.4 Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. пособие для студентов вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва : Машиностроение, 2007. – 256 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/806.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Схиртладзе, А. Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст] : учеб. для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин.- 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2009. – 612 с. : ил. - Библиогр.: с. 594-601. - ISBN 978-5-94178-195-9.

5.2.2 Евстигнеев, А. Д. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного производства: учебно-практическое пособие / А. Д. Евстигнеев. – Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 149 с. – Режим доступа : http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=363223.

5.2.3 Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств + CD [Комплект] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 608 с.

5.2.4 Овечкин, М. В. Электроника систем автоматического управления на основе микроконтроллеров семейства AVR [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств / М. В. Овечкин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. систем автоматизации производства. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.03 Мб). -

Оренбург : ОГУ, 2016. - 112 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1543-8. Режим доступа : http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/15209_20160627.pdf.

5.2.6 Юревич, Е. И. Основы робототехники [Комплект] : учеб. пособие для вузов / Е. И. Юревич.- 2-е изд. - СПб. : БВХ-Петербург, 2007. - 416 с.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Программные продукты и системы : журнал. – Москва : Агентство «Роспечать», 2003 – 2017, 2020, 2024.

5.3.2 Информационные технологии в проектировании и производстве : журнал. - Москва : Агентство «Роспечать», 2013 – 2024, 2019 – 2024.

5.3.3 Радио : журнал – М. : Роспечать, 2005 – 2024.

5.3.4 Автоматика и телемеханика: журнал. – Москва: Агентство «Роспечать», 2015-2024.

5.4 Интернет-ресурсы

www.osp.ru – Издательство «Открытые системы.

https://www.intuit.ru/studies/courses – «ИНТУИТ», Курсы, МООК: «Основы САПР», «Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов».

http://easyelectronics.ru – Блог по электронике «Электроника для всех». Статьи об основах электроники и электротехники, алгоритмах и радиолюбительских технологиях. Пошаговые инструкции по изготовлению электронных устройств. Обучающие курсы по микроконтроллерам.

http://radio-hobby.org – Сайт «Портал радиолюбителей». Каталог радиотехнических схем. Справочник радиолюбителя.

http://robsim.dynsoft.ru/ - Сайт компании ООО «ДинСофт». Документация на программное обеспечение «Dyn-Soft RobSim 5», примеры, методические материалы.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Операционная система РЕД ОС.

5.5.2 Пакет офисных приложений LibreOffice.

5.5.3 Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

5.5.4 Операционная система Raspbian.

5.5.5 Среда разработки программного обеспечения RAD Studio XE6 Enterprise (в составе: Delphi, C++Builder). Бессрочная лицензия. / Разработчик: компания Embarcadero.

5.5.6 Открытая среда разработки программного обеспечения на языке Object Pascal для компилятора Free Pascal Lazarus. Лицензия GNU GPL. / Разработчик: : Cliff Baeseman, Shane Miller, Michael A. Hess и др. – Режим доступа http://www.lazarus-ide.org.

5.5.7 Среда разработки программного обеспечения для микроконтроллеров AtmelStudio (AVRStudio) текущей версии. Доступна бесплатно. / Разработчик: компания Atmel Corporation. Режим доступа: http://www.microchip.com/development-tools/atmel-studio-7.

5.5.8 Пакет программ для автоматизированного проектирования (САПР) электронных схем и моделирования их работы Proteus текущей версии. Доступна бесплатно (ограниченная версия). Разработчик: компания Labcenter Electronics Ltd. Режим доступа: https://www.labcenter.com/downloads/.

5.5.9 Средства моделирования программного комплекса «Dyn-Soft RobSim 5». Доступна бесплатно (ограниченная версия). / Разработчик: ООО «ДинСофт». – Режим доступа: http://robsim.dynsoft.ru/

5.5.10 Интегрированная среда разработки для написания программ, их компиляции и программирования отладочных плат Arduino. / Разработчик: Arduino Software. – Режим доступа: https://www.arduino.cc/en/Main/Software.

5.5.11 Система трехмерного моделирования в машиностроении САПР КОМПАС 3D. Бессрочная лицензия. Доступна бесплатно (ограниченная версия). / Разработчик: АСКОН. . – Режим доступа: https://kompas.ru/kompas-3d/about/.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду ОГУ; отладочными платами Arduino, отладочными платами STM32, миникомпьютерами Raspbian.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.