Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ М.В. Темлянцев
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и моделирование мобильных робототехнических комплексов

15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)»

Квалификация выпускника
Техник-мехатроник - специалист по мобильной робототехнике

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года 10 месяцев

Год начала подготовки 2022

Новокузнецк
2022

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 01:06:15 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование комплексных знаний о процессах эксплуатации мобильных робототехнических комплексов и соответствующих ему общих и профессиональных компетенций.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение теоретических основ проектирования и моделирования мобильных робототехнических комплексов, а также практические основы настройки мобильных роботов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по специальности

Учебная дисциплина входит в состав профессионального модуля ПМ.05 «Конструирование, монтаж, техническое обслуживание и ремонт мобильных робототехнических комплексов» профессионального цикла ООП по специальности 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Электротехника и основы электроники;
– Основы автоматического управления;
– Электрические машины и электроприводы;
– Элементы гидравлических и пневматических систем;
– Математика;
– Информатика;
– Физика.

Учебная дисциплина дополняет умения и знания, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Диагностика и ремонт компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов разного типа;
– Компьютерная графика;
– Проектная деятельность 5.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общие компетенции

– ОК 01.: Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

– ОК 02.: Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

– ОК 09.: Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

– ОК 10.: Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Профессиональные компетенции

– ПК 5.1.: Разрабатывать конструкции и схемы электрических подключений компонентов и модулей несложных мобильных робототехнических комплексов в соответствии с техническим заданием.

– ПК 5.2.: Выполнять сборку и монтаж компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

– ПК 5.3.: Осуществлять техническое обслуживание компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

Обучающийся должен быть готов к выполнению основных видов профессиональной деятельности:

– Конструирование, монтаж, техническое обслуживание и ремонт мобильных робототехнических комплексов.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь, знать, иметь практический опыт:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Иметь практический опыт
ОК 01. ОК 02. ОК 09. ОК 10. ПК 5.1. ПК 5.2. ПК 5.3.	составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мобильных робототехнических комплексов; выбирать наиболее оптимальные модели управления мо-бильными робототехническими комплексами; читать техническую документацию на производство монтажа; осуществлять монтажные работы гидравлических, пневматических, электрических систем и систем управления;	правила техники безопасности при проведении работ по конструированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту мобильных робототехнических комплексов; методы расчета параметров типовых конструкций мобильных робототехнических комплексов; технологию монтажа оборудования мобильных робототехнических	в выполнении конструирования простых устройств и функциональных блоков мобильных робототехнических комплексов; составлении документации для проведения работ по монтажу оборудования мобильных робототехнических комплексов; обнаружении не-исправной работы оборудования и принятии мер для устранения и предупреждения отказов и аварий

	обнаруживать неисправности мобильных робототехнических комплексов; производить диагностику оборудования мобильных робототехнических комплексов и определение его ресурсов.	комплексов; виды и методы контроля и испытаний, методики их проведения и сопроводительной документации; технологические процессы ремонта и восстановления деталей и оборудования мобильных робототехнических комплексов; методы повышения долговечности оборудования мобильных робототехнических комплексов	мобильных робототехнических комплексов; выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту компонентов мобильных робототехнических комплексов

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебная деятельность обучающихся предусматривает учебные занятия (лекция, практическое занятие, консультация), самостоятельную работу, а также другие виды учебной деятельности, определенные учебным планом и календарным планом воспитательной работы.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	***ИТОГО***	***9 семестр***
Форма промежуточной аттестации		*экзамен*
Трудоёмкость, *академ. час.*	***182***	*182*
Лекции, *академ. час.*	***22***	*22*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Практические	***88***	*88*

занятия, *академ. час.*		
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***1***	*1*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***65***	*65*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***6***	*6*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Математические модели манипуляционных роботов (Классификация манипуляционных роботов. Математические модели манипуляционных роботов. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляционного робота. Построение управления с использованием принципа обратной связи. Наблюдатель Люенбергера. Оптимизация конструкции и траекторий движения манипулятора. Условия оптимальности конструкции манипулятора. Однозвенный манипулятор. Двухзвенный манипулятор. Трехзвенный манипулятор. Задача о позиционировании манипулятора с учетом конечной жесткости звена. Неполный вектор наблюдения);

Раздел 2 Манипуляторы параллельной и гибридной кинематической структуры (Манипуляторы параллельной и гибридной кинематической структуры. Платформа Стюарта – параллельный механизм с шестью степенями свободы. Робот ГЕКСАПОД с системой линейных приводов. Прямая и обратная задачи кинематики параллельного манипулятора. Анализ рабочей зоны манипулятора параллельной структуры. Особые положения манипулятора);

Раздел 3 Управление динамикой роботов (Ошибка начальной выставки. Уравнения идеальной работы. Уравнения ошибок. Обратная связь. Построение управления, исправляющего ошибку начальной выставки. Кинематическая постановка задачи вы-хода мобильного робота на полосу при малом угле отклонения робота от полосы. Дефицит управляющих воздействий. Неполный вектор наблюдений. Формирование обратной связи. Построение управления, выводящего робот на полосу. Оптимизация управления);

Раздел 4 Кинематическая постановка задачи выхода мобильного робота на полосу при большом угле отклонения робота от полосы (Построение нелинейной обработки входной информации для формирования обратной связи с целью построения управления, выводящего робот на полосу. Оптимизация управления. Дефицит управляющих воздействий. Неполный вектор наблюдений. Формирование обратной связи. Применение метода «наблюдателя Люенбергера» для предварительной обработки входного информационного сигнала. Задача минимизации энергозатрат при перемещении грузов. Задача минимизации энергозатрат при перемещении грузов).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Математические модели манипуляционных роботов	6	
Раздел 2.	Манипуляторы параллельной и гибридной кинематической структуры	6	
Раздел 3.	Управление динамикой роботов	6	
Раздел 4.	Кинематическая постановка задачи выхода мобильного робота на полосу при большом угле отклонения робота от полосы	4	
Итого:		**22**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**

Раздел 1.	Математические модели манипуляционных роботов Однозвенный манипулятор. Задача о позиционировании манипулятора с учетом конечной жесткости звена. Прямое управление исполнительными устройствами мобильного робота Двух и трехзвенный манипулятор. Прямая и обратная задачи кинематики Неполный вектор наблюдения. Построение управления с использованием принципа обратной связи. Наблюдатель Люенбергера	24	
Раздел 2.	Манипуляторы последовательной, параллельной и гибридной кинематической структуры Оптимизация конструкции и траекторий движения манипулятора. Задача минимизации энергозатрат при перемещении грузов.	20	
Раздел 3.	Управление динамикой роботов Выход мобильного робота на полосу. Написание программ управления для определения положения мобильного робота Построение нелинейной обработки входной информации для формирования об-ратной связи. Неполный век-тор наблюдений. Формирование обратной связи Задача динамики и позиционировании манипулятора с учетом	20	

	конечной жесткости звена. Написание программ управление приводами мобильно-го робота. Написание программ управления для перемещения мо-бильного робота по задан-ным траекториям		
Раздел 4.	Кинематическая постановка задачи выхода мобильного робота на полосу при большом угле отклонения робота от полосы Написание программ управления для дистанционного управления мобильного робота, с защитой, учитывающей окружающее пространство вокруг робота.	24	
Итого:		**88**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение теоретического материала; 2. Оформление отчета о	16	

	практической работе.		
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала; 2. Оформление отчета о практической работе.	16	
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала; 2. Оформление отчета о практической работе.	16	
Раздел 4.	1. Изучение теоретического материала; 2. Оформление отчета о практической работе.	17	
	Консультации	1	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	6	
Итого:		**72**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература:

1 Шишмарёв, В. Ю. Автоматика : учебник для спо / В. Ю. Шишмарёв. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2021. – 280 с. – ISBN 978-5-534-09343-8. – URL: https://urait.ru/bcode/473405 (дата обращения: 05.02.2022);

2 Советов, Б. Я. Компьютерное моделирование систем. Практикум : учебное пособие для спо / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 4-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2021. – 295 с. – ISBN 978-5-534-10676-3. – URL: https://urait.ru/bcode/477510 (дата обращения: 05.02.2022);

3 Зудин, В. Л. Датчики: измерение перемещений, деформаций и усилий : учебное пособие для спо / В.Л. Зудин, Ю.П. Жуков, А.Г. Маланов. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 201 с. – ISBN 978-5-534-13326-4. – URL: https://urait.ru/bcode/496186 (дата обращения: 05.02.2022).

б) дополнительная литература:

1 Основы автоматизации технологических процессов : учебное пособие для спо / А. В. Щагин, В. И. Демкин, В. Ю. Кононов, А. Б. Кабанова. – Москва : Юрайт, 2022. – 163 с. – ISBN 978-5-534-03848-4. – URL: https://urait.ru/bcode/488637 (дата обращения: 05.02.2022);

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». –

Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство Лань». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

7 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru.

г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– PTC Mathcad;

– Scilab.

д) базы данных и информационно-справочные системы:

1 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНИТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения занятий всех видов, предусмотренных учебным планом, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной

аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, мастерские и лаборатории, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения и материалами, учитывающими требования международных стандартов, научно-техническую библиотеку СибГИУ. Учебные аудитории оснащены рабочим местом преподавателя / мастера производственного обучения с персональным компьютером и рабочими местами обучающихся.
Для проведения занятий лекционного типа (лекций) предусмотрена аудитория, оборудованная компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором, учебной доской для проведения практических занятий предусмотрен: кабинет «312 Г», оборудованный учебной доской, компьютерной техникой, экраном, мультимедийным проектором и оснащенный плакатами, наглядными пособиями.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС СПО по направлению подготовки (специальности) 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)».

Составитель(и):

старший преподаватель Богдановская Татьяна Вениаминовна (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины актуализирована в связи с изменением учебного класса. Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение А

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Проектирование и моделирование мобильных робототехнических комплексов»

по направлению подготовки (специальности)
15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)»
форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование комплексных знаний о процессах эксплуатации мобильных робототехнических комплексов и соответствующих ему общих и профессиональных компетенций.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение теоретических основ проектирования и моделирования мобильных робототехнических комплексов, а также практические основы настройки мобильных роботов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина входит в состав профессионального модуля ПМ.05 «Конструирование, монтаж, техническое обслуживание и ремонт мобильных робототехнических комплексов» профессионального цикла ООП по специальности 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Электротехника и основы электроники;
– Основы автоматического управления;
– Электрические машины и электроприводы;
– Элементы гидравлических и пневматических систем;
– Математика;
– Информатика;
– Физика.

Учебная дисциплина дополняет умения и знания, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Диагностика и ремонт компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов разного типа;
– Компьютерная графика;
– Проектная деятельность 5.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общие компетенции

– ОК 01.: Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

– ОК 02.: Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

– ОК 09.: Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

– ОК 10.: Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Профессиональные компетенции

– ПК 5.1.: Разрабатывать конструкции и схемы электрических подключений компонентов и модулей несложных мобильных робототехнических комплексов в соответствии с техническим заданием.

– ПК 5.2.: Выполнять сборку и монтаж компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

– ПК 5.3.: Осуществлять техническое обслуживание компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

Обучающийся должен быть готов к выполнению основных видов профессиональной деятельности:

– Конструирование, монтаж, техническое обслуживание и ремонт мобильных робототехнических комплексов.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь, знать, иметь практический опыт:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Иметь практический опыт
ОК 01. ОК 02. ОК 09. ОК 10. ПК 5.1. ПК 5.2. ПК 5.3.	составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мобильных робототехнических комплексов; выбирать наиболее оптимальные модели управления мо-бильными робототехническими комплексами; читать техническую документацию на производство монтажа;	правила техники безопасности при проведении работ по конструированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту мобильных робототехнических комплексов; методы расчета параметров типовых конструкций мобильных	в выполнении конструирования простых устройств и функциональных блоков мобильных робототехнических комплексов; составлении документации для проведения работ по монтажу оборудования мобильных робототехнических комплексов; обнаружении не-

	осуществлять монтажные работы гидравлических, пневматических, электрических систем и систем управления; обнаруживать неисправности мобильных робототехнических комплексов; производить диагностику оборудования мобильных робототехнических комплексов и определение его ресурсов.	робототехнических комплексов; технологию монтажа оборудования мобильных робототехнических комплексов; виды и методы контроля и испытаний, методики их проведения и сопроводительной документации; технологические процессы ремонта и восстановления деталей и оборудования мобильных робототехнических комплексов; методы повышения долговечности оборудования мобильных робототехнических комплексов	исправной работы оборудования и принятии мер для устранения и предупреждения отказов и аварий мобильных робототехнических комплексов; выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту компонентов мобильных робототехнических комплексов

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	***ИТОГО***	***9 семестр***
Форма промежуточной аттестации		*экзамен*
Трудоёмкость, *академ. час.*	***182***	*182*
Лекции, *академ. час.*	***22***	*22*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Практические занятия, *академ.*	***88***	*88*

час.		
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***1***	*1*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***65***	*65*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***6***	*6*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Математические модели манипуляционных роботов (Классификация манипуляционных роботов. Математические модели манипуляционных роботов. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляционного робота. Построение управления с использованием принципа обратной связи. Наблюдатель Люенбергера. Оптимизация конструкции и траекторий движения манипулятора. Условия оптимальности конструкции манипулятора. Однозвенный манипулятор. Двухзвенный манипулятор. Трехзвенный манипулятор. Задача о позиционировании манипулятора с учетом конечной жесткости звена. Неполный вектор наблюдения);

Раздел 2 Манипуляторы параллельной и гибридной кинематической структуры (Манипуляторы параллельной и гибридной кинематической структуры. Платформа Стюарта – параллельный механизм с шестью степенями свободы. Робот ГЕКСАПОД с системой линейных приводов. Прямая и обратная задачи кинематики параллельного манипулятора. Анализ рабочей зоны манипулятора параллельной структуры. Особые положения манипулятора);

Раздел 3 Управление динамикой роботов (Ошибка начальной выставки. Уравнения идеальной работы. Уравнения ошибок. Обратная связь. Построение управления, исправляющего ошибку начальной выставки. Кинематическая постановка задачи вы-хода мобильного робота на полосу при малом угле отклонения робота от полосы. Дефицит управляющих воздействий. Неполный вектор наблюдений. Формирование обратной связи. Построение управления, выводящего робот на полосу. Оптимизация управления);

Раздел 4 Кинематическая постановка задачи выхода мобильного робота на полосу при большом угле отклонения робота от полосы (Построение нелинейной обработки входной информации для формирования обратной связи с целью построения управления, выводящего робот на полосу. Оптимизация управления. Дефицит управляющих воздействий. Неполный вектор наблюдений. Формирование обратной связи. Применение метода «наблюдателя Люенбергера» для предварительной обработки входного информационного сигнала. Задача минимизации энергозатрат при перемещении грузов. Задача минимизации энергозатрат при перемещении грузов).

6 Составитель(и):

старший преподаватель Богдановская Татьяна Вениаминовна (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).