

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий

Кочевский А.А.

« 19 » 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«Энергетическое обеспечение мехатронных и робототехнических систем.
4 семестр»**

по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

профиль подготовки «Компьютерные технологии управления в
робототехнике и мехатронике»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Энергетическое обеспечение мехатронных и робототехнических систем. 4 семестр» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Энергетическое обеспечение мехатронных и робототехнических систем. 4 семестр» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1046 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 9 сентября 2020 года № 59722, учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (профиль «Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры информационных и управляющих систем
Горбунов А.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем
18 апреля 2023 года, протокол № 15.

Заведующий кафедрой
информационных и управляющих систем _____ Горбунов А.И.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий
19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Ветрова Н. Н.

© Горбунов А.И., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – изучение возможных источников энергии для функционирования стационарных и мобильных мехатронных модулей движения и робототехнических систем с учетом их мощности, длительности работы, особенностей функционирования и области применения.

Задачей обучения является обучение студента умению выбирать источник энергии в зависимости от вида требуемой энергии, ее мощности и условий функционирования мобильных и стационарных мехатронных модулей.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Энергетическое обеспечение мехатронных и робототехнических систем» входит в блок дисциплин обязательной части учебного плана.

Основывается на базе дисциплин: введение в специальность.

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Управление роботами и робототехническими устройствами», «Проектирование систем управления роботами».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Энергетическое обеспечение мехатронных и робототехнических систем», должны

знать: основные виды энергии, используемые для энергетического обеспечения мехатронных и робототехнических систем; основные типы электрических двигателей, используемых в мехатронных модулях движения; типы исполнительных механизмов при использовании пневматической и гидравлической энергии; основные типы аккумуляторов, использующихся для энергетического обеспечения мобильных мехатронных и робототехнических систем;

уметь: определять необходимый тип энергии для питания мехатронного модуля в зависимости от его назначения и условий применения; рассчитывать мощность источника энергии в зависимости от мощности мехатронного модуля; выбирать тип и емкость аккумуляторной батареи для мобильного мехатронного модуля в зависимости от условий эксплуатации;

владеть навыками: разработки систем управления электродвигателями постоянного и переменного тока; применения аккумуляторных источников электрической энергии.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы ОПОП ВО):

общефессиональных:

- ОПК-3.1 знает виды ресурсов, и ограничения при осуществлении профессиональной деятельности;
- ОПК-3.2 проектирует робототехнические системы и узлы роботов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений;
- ОПК-3.3 владеет подходами к проектированию робототехнические системы с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
- ОПК-12.1 знает основные процедуры при выполнении пусконаладочных работ;
- ОПК-12.2 умеет производить монтаж и наладку опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;
- ОПК-12.3 владеет навыками сдачи в эксплуатацию опытных образцов подсистем и отдельных модулей роботов.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	126 (3,5 з. е)		126 (3.5 з. е)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего)	51		4
в том числе:			
Лекции	17		2
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	34		2
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Индивидуальное задание	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	75		122
Форма аттестации	экзамен		экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

4 семестр

Тема 9. Литиевые аккумуляторы

Содержание. Никель-металлгидридные аккумуляторы (NiMH). Литий-ионные аккумуляторы (Li-Ion). Литий-полимерные аккумуляторы (Li-Pol)

Тема 10. Альтернативные источники энергии для мехатронных систем

Содержание. Актуальность проблемы энергетической автономности роботов. Гипотетически применимые источники энергии для мобильных роботов. Зарубежные разработки микробных топливных элементов. Российская разработка микробных топливных элементов.

Тема 11. Солнечная фотоэнергетика

Содержание. Общие понятия солнечной фотоэнергетики. Принцип преобразования солнечного света в электрический ток. Факторы, снижающие

эффективность работы ФЭП. Типовая структура солнечной электростанции. Альтернативные конструкции солнечных электростанций

Тема 12. Энергия радиоактивного распада

Содержание. Проблемы энергоснабжения мехатронных систем для исследования космического пространства. Радиоизотопные источники энергии. Область применения и перспективные направления использования. История радиоизотопных генераторов и элементов питания

Тема 13. Ядерная энергия как альтернативный источник питания

Содержание. История создания и перспективы развития ядерной энергетики. Как устроен ядерный реактор. Принцип работы ядерного реактора. Управление ядерным реактором. Ядерные реакторы в космосе

Тема 14. Гибридные источники энергии для мехатронных систем

Содержание. Понятие гибридной бензиново-электрической силовой установки. Преимущества гибридных силовых установок. Виды гибридных автомобилей. Основные схемы подключения двигателей гибридного автомобиля. Основные компоненты гибридной силовой установки

Тема 15. Приводы промышленных роботов

Содержание. Понятие привода промышленного робота. Классификация приводов роботов. Классический пневматический привод. Мембранные пневмоприводы. Пневмопривод «искусственная мышца».

Тема 16. Гидравлическая энергия в приводах промышленных роботов

Содержание. Понятие гидравлического привода. Гидравлические цилиндры. Гидравлические цилиндры одностороннего действия. Гидравлические цилиндры двухстороннего действия. Основные виды гидравлических исполнительных механизмов. Достоинства и недостатки гидравлического привода. Функциональная схема гидропривода. Применение гидропривода в антропоморфных роботах

Тема 17. Электрический привод промышленных роботов

Содержание. Классификация электрических приводов. Коллекторные электродвигатели постоянного тока. Вентильные двигатели постоянного тока. Двигатели переменного тока. Шаговые электродвигатели. Прецизионные высокочастотные вибродвигатели. Комплектные электроприводы

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
	4 семестр			
9	Типы и область применения современных аккумуляторов	2		2
10	Повышение автономности роботов за счет использования микробных топливных элементов	2		-
11	Принцип преобразования солнечной энергии в электрический ток и способы его практической реализации	2		-
12	Радиоизотопные источники энергии	2		
13	Ядерные реакторы как источники энергии для мехатронных систем	1		-

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
14	Гибридные источники энергии для мехатронных систем на примере гибридных автомобилей	2		-
15	Классификация приводов. Пневматические приводы роботов	2		-
16	Гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем	2		-
17	Типы электрических приводов мехатронных и робототехнических систем.	2		-
Итого:		17		4

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
	Семестр 4			
10	Конструкции пневматических цилиндров различного назначения	2		-
11	Расчет усилия гидравлического цилиндра	2		2
12.	Изучение устройства и работы современного гидропривода	2		-
13.	Изучение конструкции гидроприводов робота Атлас	2		-
14	Примеры практического применения фотоэлектрических преобразователей для получения электрической энергии	2		-
15	Применение солнечных батарей в робототехнике	2		-
16	Источники питания современных роботов на Марсе	2		-
17	Перспективы применения ядерных источников энергии в робототехнике	2		--
18	Сравнение энергетической эффективности различных источников энергии	2		-
19	Примеры практического применения гибридных источников питания в различных мехатронных системах и роботах	2		-
20	Изучение наиболее часто применяемых типов приводов для промышленных роботов	2		-
21	Особенности и области применения гибридных источников энергии	2		-
22	Изучение принципа действия, конструкции и области применения инверторов	2		-
23.	Сравнение параметров современных литиевых аккумуляторов	2		-
24	Устройство аккумулятора робота Атлас	2		-
25	Определение емкости и времени разряда аккумуляторов	2		-
26.	Правила безопасной эксплуатации мехатронных устройств с аккумуляторным питанием	2		-
Итого:		34		2

4.5. Лабораторные работы.

Не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
	Семестр 4				
10	Альтернативные источники энергии для мехатронных систем	повторение материала лекций, подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	9		15
11	Солнечная фотоэнергетика	повторение материала лекций, подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	10		15
12	Энергия радиоактивного распада	повторение материала лекций, подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	9		15
13	Ядерная энергия как альтернативный источник питания	повторение материала лекций, подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	10		16
14	Гибридные источники энергии для мехатронных систем	повторение материала лекций, подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	9		15
15	Приводы промышленных роботов	повторение материала лекций, подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	10		15
16	Гидравлическая энергия в приводах промышленных роботов	повторение материала лекций, подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	9		16
17	Электрический привод промышленных роботов	повторение материала лекций, подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	9		15
Итого:			75		122

4.7. Курсовые работы/проекты. Не предусмотрены

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и

которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические работы по дисциплине в следующих формах:

- практические работы;
- защита практических работ.

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к защите практических работ, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме экзамена, включающего теоретические вопросы и практические задания. В случае неполного, спорного или некорректного выполнения задания экзамена, допускается уточняющий устный опрос студента, на основании которого возможна корректировка оценки результатов промежуточной аттестации. В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Булидорова Г.В., Электродные процессы. Электродвижущие силы : учебное пособие / Булидорова Г. В., Осипова В. В., Барабанов В. П., Галяметдинов Ю. Г. - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 104 с. - ISBN 978-5-7882-2168-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788221687.html> (дата обращения: 10.03.2023).

2. Булгаков А.Г., Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление. / Булгаков А. Г., Воробьев В. А. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 488 с. - ISBN 978-5-91359-013-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590138.html> (дата обращения: 10.03.2023).

3. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / Кашкаров А.П. - М. : ДМК Пресс, 2012. - ISBN 978-5-94074-662-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746621.html> (дата обращения: 10.03.2023).

4. Каляев И.А., Интеллектуальные роботы : учебное пособие для вузов / И.А. Каляев, В.М. Лохин, И.М. Макаров и др.; под общей ред. Е.И. Юревича - М.: Машиностроение, 2007. - 360 с. - ISBN 5-217-03339-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5217033398.html> (дата обращения: 10.03.2023).

б) дополнительная литература:

5. Маров М.Я., Советские роботы в Солнечной системе. Технологии и открытия / Маров М.Я., Хантресс У.Т. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 612 с. -

ISBN 978-5-9221-1427-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114271.html> (дата обращения: 10.03.2023).

6. Виноградов Н. В. Как самому рассчитать и сделать электродвигатель [Текст] / Н. В. Виноградов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. - Л. : Энергия, 1966. - 176 с.

7. Герасименко А. А. Передача и распределение электрической энергии [Текст] : учеб. пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. - 3-е изд., перераб. - М. : КноРус, 2012. - 645 с.

8. Коровин Н. В. Новые химические источники тока [Текст] / Н. В. Коровин. - М. : Энергия, 1978. - 194 с.

9. Тройнин М. Ф. Электрокары и электропогрузчики [Текст] / М. Ф. Тройнин, Н. С. Ушаков. - 2-е изд., доп. и перераб. - Л. : Машиностроение, 1967. - 216 с.

10. Скалозубов М. Ф. Активные массы электрических аккумуляторов [Текст] / М. Ф. Скалозубов. - [Новочеркасск] : Изд-во Новочеркас. политех. ин-та, 1962. - 165 с.

11. Челпанов И. Б. Устройство промышленных роботов [Текст] : учебник для учащихся приборостроительных техникумов / И. Б. Челпанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2001. - 203 с.

12. Спыну Г. А. Промышленные роботы. Конструирование и применение [Текст] : учеб. пособие / Г. А. Спыну. - 2-е изд., перераб. и доп. - К. : Выща школа, 1991. - 311 с.

13. Сафонов Ю. М. Электроприводы промышленных роботов [Текст] / Ю. М. Сафонов. - М. : Энергоатомиздат, 1990. (7)

14. Попов Е. П. Основы робототехники. Введение в специальность [Текст] : учебник / Е. П. Попов, Г. В. Письменный. - М. : Высш. шк., 1990. - 224 с.

15. Михайлов О. П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов [Текст] : учебник для вузов / О. П. Михайлов. - М. : Машиностроение, 1990. - 304 с.

в) методические указания:

г) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Компьютерная графика» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические работы: компьютерная аудитория, оснащенная компьютерами с установленным специализированным программным обеспечением.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, проектор, экран, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	Artweaver	https://www.artweaver.de
Редактор фрактальной графики	Apophysis	https://ru.wikipedia.org/wiki/
Графический редактор	Inkscape	https://inkscape.org/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/
Виртуальная машина	VirtualBox	https://www.virtualbox.org