

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

«Устройства навигации робототехнических систем»

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 «Устройства навигации робототехнических систем» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – 14 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Устройства навигации робототехнических систем» 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:

канд. техн. наук, доцент кафедры информационных и управляющих систем Юрков Д.А.

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.

© Юрков Д.А., 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 видов, назначения, общих принципов действия навигационных систем роботов, а также математического аппарата современной навигации.

Задачи: формирование навыков разработки и эксплуатации систем навигации роботов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Устройства навигации робототехнических систем» входит в часть учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Основывается на базе дисциплин: операционные системы реального времени, проектирование микропроцессорных и микроконтроллерных систем.

Является основой для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Устройства навигации робототехнических систем», должны

Знать:

1. основные научно-технические проблемы и аспекты применения устройств навигации;
2. элементную базу навигационных устройств, основные виды используемых материалов, компонентов и приборов, а также типовые технологические процессы и оборудование;
3. математический аппарат и численные методы, физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия устройств навигации робототехнических систем;
4. особенности построения систем навигации в морских, наземных и воздушных робототехнических системах;
5. основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования компонентов и устройств навигации, включая этапы схемного конструкторского, математического и программного проектирования, требования стандартизации технической документации.

Уметь:

1. проектировать устройства навигации робототехнических систем;
2. применять методы организации и проведения измерений и исследований, включая организацию и проведение стандартных испытаний и технического контроля, обеспечивающих требуемое качество продукции;
3. применять методы и компьютерные системы проектирования и исследования устройств навигации;

4. использовать устройства навигации для построения систем управления автономных и автоматизированных робототехнических систем.

Владеть:

современными программными средствами для построения программного и математического обеспечения систем навигации робототехнических систем.

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

ПК-1 Способен строить физические и математические модели роботов, мехатронных и робототехнических систем, их отдельных подсистем и модулей, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

ПК-1.1 Способен изучать и анализировать науднотехническую информацию в области робототехники и мехатроники;

ПК-1.3 Демонстрирует способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных.

ПК-4 Способен производить расчет и проектирование отдельных блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем, управляющих, информационно-сенсорных и исполнительных подсистем и мехатронных модулей в соответствии с техническим заданием

ПК-4.2 Проводит предварительные испытания составных частей опытного образца изделия по заданным программам и методикам.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	144 (4 з.е.)		144 (4 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:			
Лекции	28		6
Семинарские занятия			
Практические занятия	42		8
Лабораторные работы			
Курсовая работа (курсовой проект)			
Индивидуальное задание			
Самостоятельная работа студента (всего)	74		130
Форма аттестации	экзамен		экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Ведение. Задачи локальной ориентации роботов

Обнаружение и пространственная локализация препятствий. Привязка к заданному пространству. Определение координат в локальном пространстве. Системы сканирования пространства. Карта местности.

Тема 2. Системы обеспечения движения по заданному маршруту

Постановка задач планирования маршрута для мобильных роботов. Математическая модель движения по траектории.

Тема 3. Устройства определения координат в локальном пространстве.

Инкрементные датчики углов поворота. Электронный компас. Фотоэлектрический датчик отклонения от полосы.

Тема 4. Математические модели движения автономного робота по маршруту.

Устройства считывания информации о работе систем автономного робота. Описание рельефа. Алгоритмы поиска пути. Задача автономного движения.

Тема 5. Фотоэлектрические датчики контроля траектории движения

Аналоговые и дискретные оптические датчики. Методы обнаружения объекта фотоэлектрическим датчиком. Датчики общего применения и специальные датчики. Технические характеристики датчиков.

Тема 6. Системы сканирования пространства.

Функциональная схема системы пространственного слежения. Задача сканирования пространства. Схема сканера.

Тема 7. Модели систем пространственного слежения

Основные требования к системам пространственного слежения. Функциональная схема системы пространственного слежения. Примеры систем.

Тема 8. Режимы захвата и автосопровождения навигационных систем мобильных роботов.

Задача захвата цели. Задача автосопровождения. Моделирование системы управления захватом и сопровождением.

Тема 9. Анализ устойчивости систем навигации мобильных роботов

Асимптотическая устойчивость. Экспоненциальная устойчивость. Анализ устойчивости дискретных систем.

Тема 10. Методы и аппаратное обеспечение систем обнаружения препятствий.

Ультразвуковые датчики. Конструктивные особенности. Типы датчиков. Алгоритмы обработки данных. Ограничения систем на основе ультразвуковых датчиков.

Тема 11. Системы технического зрения.

Основные понятия и алгоритмы функционирования систем технического зрения. Преимущества и недостатки.

Тема 12. Методы определения расстояния до препятствий на основе систем технического зрения.

Стереосистемы. Дальномеры, их классификация и характеристики. Особенности лазерных дальномеров для роботов Триангуляция.

Тема 13. Методы обработки динамических изображений в системах навигации мобильных роботов.

Динамически меняющиеся изображения. Алгоритмы обработки изображения. Определение геометрии препятствия. Проблемы быстродействия. Примеры применения.

Тема 14. Системы навигации мобильных роботов с использованием маяков.

Пассивная ультразвуковая маячная система. Активная маячная система. Алгоритмы управления. Организация движения по карте в локальном пространстве.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Ведение. Задачи локальной ориентации роботов	2		0.25
2	Системы обеспечения движения по заданному маршруту	2		0.25
3	Устройства определения координат в локальном пространстве	2		0.25
4	Математические модели движения автономного робота по маршруту. Устройства считывания информации о работе систем автономного робота	2		0.25
5	Фотоэлектрические датчики контроля траектории движения	2		0.5
6	Системы сканирования пространства.	2		0.5
7	Модели систем пространственного слежения	2		0.5
8	Режимы захвата и автосопровождения навигационных систем мобильных роботов	2		0.5
9	Анализ устойчивости систем навигации мобильных роботов	2		0.5
10	Методы и аппаратное обеспечение систем обнаружения препятствий.	2		0.5
11	Системы технического зрения.	2		0.5
12	Методы определения расстояния до препятствий на основе систем технического зрения. Стереосистемы	2		0.5
13	Методы обработки динамических изображений в системах навигации мобильных роботов	2		0.5
14	Системы навигации мобильных роботов с использованием маяков	2		0.5
Итого:		28		6

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Изучение общего математического аппарата построения систем навигации	4		0.5
2	Изучения математического обеспечения инерциальных систем навигации	4		0.5
3	Изучение основ построения устройств спутниковой навигации	4		1
4	Изучение математического обеспечения морских навигационных систем	4		1
5	Изучение математического аппарата комплексирования данных от различных	4		1

	устройств навигации			
6	Проектирование навигационной системы колесного мобильного робота	4		1
7	Проектирование навигационной системы подводных робототехнических систем	6		1
8	Проектирование навигационной системы воздушного роботизированного комплекса	6		1
9	Проектирование устройств радионавигации	6		1
Итого:		42		8

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

Сокращения:

ПР – подготовка к лабораторной или практической работе;

РЕФ – реферат;

РО – расчёт и/или оформление

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Ведение. Задачи локальной ориентации роботов	ПР,РО	4		5
2	Системы обеспечения движения по заданному маршруту	ПР,РО	4		5
3	Устройства определения координат в локальном пространстве	ПР,РО	4		10
4	Математические модели движения автономного робота по маршруту. Устройства считывания информации о работе систем автономного робота	ПР,РО	4		10
5	Фотоэлектрические датчики контроля траектории движения	ПР,РО	4		10
6	Системы сканирования пространства.	ПР,РО	6		10
7	Модели систем пространственного слежения	ПР,РО	6		10
8	Режимы захвата и автосопровождения навигационных систем мобильных роботов	ПР,РО	6		10
9	Анализ устойчивости систем навигации мобильных роботов	ПР,РО	6		10
10	Методы и аппаратное обеспечение систем обнаружения препятствий.	ПР,РО	6		10
11	Системы технического зрения.	ПР,РО	6		10
12	Методы определения расстояния до препятствий на основе систем	ПР,РО	6		10

	технического зрения. Стереосистемы				
13	Методы обработки динамических изображений в системах навигации мобильных роботов	ПР,РО	6		10
14	Системы навигации мобильных роботов с использованием маяков	ПР,РО	6		10
Итого:			74		130

4.7. Курсовые работы/проекты

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 лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- фронтальные и индивидуальные опросы;

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к фронтальным и индивидуальным опросам, 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».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена. В случае неполного, спорного или некорректного выполнения задания письменного экзамена, допускается уточняющий устный опрос студента, на основании которого возможна корректировка оценки результатов промежуточной аттестации. Допуск к промежуточной аттестации производится на основании положительных результатов по всем формам текущего контроля.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Национальная шкала	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.
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. Селиванова Л.М., Инерциальные навигационные системы. Ч. 1. Одноканальные инерциальные навигационные системы : Учеб. пособие / Л.М. Селиванова, Е.В. Шевцова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - 46 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0442.html (дата обращения: 02.02.2020)
2. Тяпкин В.Н., Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС / В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин - Красноярск : СФУ, 2012. - 260 с. - ISBN 978-5-7638-2639-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763826395.html> (дата обращения: 02.02.2020).
3. Пролетарский А.В., Алгоритмы коррекции навигационных систем : Учебное пособие / А.В. Пролетарский, К.А. Неусыпин, И.А. Кузнецов. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - 67 с. - ISBN 978-5-7038-4067-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703840672.html> (дата обращения: 02.02.2020).
4. Алёшин Б.С., Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии / Под ред. Б.С. Алёшина, К.К. Веремеенко, А.И. Черноморского. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 424 с. - ISBN 5-9221-0735-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922107356.html> (дата обращения: 02.02.2020).

5. Красовский А. А. Теория корреляционно-экстремальных навигационных систем [Текст] / А. А. Красовский, И. Н. Белоглазов, Г. П. Чипигин. - М. : Наука, 1979. - 448 с.

б) Дополнительная литература:

1. Савченко В. Ф. Радиотехнические и комплексные системы навигации и их применение. Ч. 1. Радионавигация [Текст] : учебник / В. Ф. Савченко ; Военно-воздушная академия им. Ю. А. Гагарина. - Монино : изд. ВВА им. Ю. А. Гагарина, 1968. - 260 с.
2. Богуславский И. А. Методы навигации и управления по неполной статистической информации [Текст] : [справочник] / И. А. Богуславский ; под общ. ред. Б. А. Рябова [и др.]. - М. : Машиностроение, 1970. - 256 с. - (Справ. б-ка инженера-конструктора).
3. Авиационная радионавигация. Справочник [Текст] / под ред. А. А. Сосновского. - М. : Транспорт, 1990. - 264 с.
4. Ерофеев А. А. Теория автоматического управления [Текст] : учебник / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Политехника, 2003. - 302 с. - ISBN 5-7325-0529-6

в) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <https://minobrnauki.gov.ru/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
4. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
6. 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

Процесс изучения дисциплины осуществляется за счет аудиторного фонда ЛГУ им. В. Даля, оснащенного мультимедийным оборудованием, стендами и программным обеспечением.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных средствами аудиовизуального представления информации (ауд. 223/12).

Практические работы проводятся в специализированной аудитории учебного корпуса 12 ЛГУ им. В.даля (219/12).

При использовании электронных изданий каждый обучающийся во время самостоятельной подготовки обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемой дисциплины. Время доступа в Интернет с рабочих мест вуза для внеаудиторной работы фактически не ограничено.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; перечень кинофильмов; демонстрационные образцы роботов-манипуляторов и наборы для сборки робототехнических систем.

Освоение дисциплины «Устойства навигации робототехнических систем» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

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/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com

Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/