

**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 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы цифровой обработки сенсорной и кинестетической информации»

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 «Методы цифровой обработки сенсорной и кинестетической информации» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – 11 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы цифровой обработки сенсорной и кинестетической информации» 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
Киреев И.Ю.

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.

© Киреев И.Ю., 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 основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов ЦОС применительно к объектам робототехники.

Задачи: Изучение принципов, методов и алгоритмов обработки и анализа цифровых сигналов, а также методов синтеза соответствующих программно-алгоритмических средств, применяемых в системах управления робототехническими объектами, применение полученных знаний в разработках, связанных с исследованием и проектированием программного и аппаратного обеспечения систем управления робототехническими объектами, понимание современных тенденций развития информационных технологий и перспектив их использования в робототехнике

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Методы цифровой обработки сенсорной и кинестетической информации» входит в блок дисциплин обязательной части учебного плана.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Системы автоматизированного проектирования средств робототехники и мехатроники», «Проектирование систем управления роботами» . и служит основой для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Методы цифровой обработки сенсорной и кинестетической информации», должны:

знать: методы математического описания линейных дискретных систем, основные этапы проектирования цифровых фильтров, основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров, методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры; метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования, Фурье, алгоритм быстрого преобразования Фурье; принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой.

уметь: выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания; задавать требования к частотным характеристикам цифровых фильтров, обосновывать выбор типа цифрового фильтра, КИХ или БИХ, синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования, обосновывать выбор структуры цифрового фильтра; выполнять компьютерное моделирование структуры цифрового фильтра, вычислять ДПФ дискретного сигнала с помощью алгоритмов БПФ средствами компьютерного моделирования;

владеть: навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов, навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем, навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров, навыками компьютерного вычисления ДПФ на основе БПФ.

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):

профессиональных

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 научнотехническую информацию в области робототехники и мехатроники.

ПК-1.2 Умеет строить физические и математические модели роботов, мехатронных и робототехнических систем, их отдельных подсистем и модулей

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.

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)	108 (3 з.е.)	-	108 (3 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	70	-	12
Лекции	28	-	6
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	42	-	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	-	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	38	-	96
Форма аттестации	зачет	-	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

- Тема 1. Цифровая обработка сигналов. Основные понятия
(Введение. Постановка задачи. Преобразование Фурье. Обобщенные функции. Производные от обобщенных функций)
- Тема 2. Восстановление дискретного сигнала и ДПФ
(Преобразование Фурье от последовательности. Связь между НПФ и ДПФ. Частота Найквиста. Теорема Котельникова-Шеннона. Дискретное преобразование Фурье. Формула обращения. Свертка. Линейные инвариантные системы)
- Тема 3. Цифровые фильтры. Основные понятия. Z-преобразование
(Рекуррентные системы. Фильтры. Фильтры с конечным временем отклика. Фильтры с бесконечным временем отклика. Z-преобразование. Идеальный фильтр. Фильтр первого порядка)
- Тема 4. Фильтры второго и высших порядков
(Определение фильтра второго порядка. Фильтры высших порядков. Фильтр Баттеруорта. Отыскание параметров фильтра. Фильтр высоких частот. Полосовой фильтр. Полосовой фильтра как последовательное соединение ФВЧ и ФНЧ. Тангенциальный фильтр. Полосовой фильтр на основе фильтра низких частот. Фильтр как осциллятор. Фазовый сдвиг сигнала в результате фильтрации. Фильтры с конечным временем отклика. Проектирование FIR фильтров. Сглаживающие окна. Проектирование FIR фильтра на основе аппроксимации. Квадратурный зеркальный фильтр)
- Тема 5. WaveLet- преобразования
(Непрерывное преобразование. Шкалирование. Детализация сигнала. Wavelet фильтрация)
- Тема 6. Вспомогательные вопросы
(Переменная разрешающая способность. Дискретный сигнал. Шум от дискретизации. Дискретное преобразование Фурье. Связь ряда Фурье и дискретного преобразования Фурье. Преобразование вещественных последовательностей. Быстрые схемы дискретного преобразования Фурье. Сдвиг последовательности. Циклическая свертка. Использование окон. Кратковременное преобразование Фурье)
- Тема 7. Автокорреляция
(Случай конечной последовательности. Практическое оценивание частот. Частота основного тона. Поиск сигнала с помощью кросс корреляционной функции. Использование БПФ. Эффект Доплера и смежные вопросы)
- Тема 8. Преобразования Хартли, Адамара, Хаара
(Связь с преобразованием Фурье. Дискретное преобразование Хартли. Преобразование Адамара. Строение матрицы Адамара. Код Грея. Подсчет числа перемен знаков в матрице Адамара. Быстрое преобразование Адамара. Преобразование Хаара. Сжатие сигнала с помощью ортогонального преобразования. Фильтрация и

преобразование Адамара. Аналог фильтра с конечным временем отклика для преобразования Адамара. Проектирование фильтра. Реализация фильтра)

Тема 9. Сжатие и линейное предсказание

(Метод главных компонентов в задаче сжатия. Постановка задачи. Линейное предсказание. Алгоритм Durbin'a)

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Цифровая обработка сигналов. Основные понятия	2		0,5
2	Восстановление дискретного сигнала и ДПФ	2		0,5
3	Цифровые фильтры. Основные понятия. Z-преобразование	2		0,5
4	Фильтры второго и высших порядков	2		0,5
5	WaveLet- преобразования	4		1
6	Вспомогательные вопросы	4		1
7	Автокорреляция	4		1
8	Преобразования Хартли, Адамара, Хаара	4		0,5
9	Сжатие и линейное предсказание	4		0,5
Итого:		28		6

4.4. Практические (семинарские) занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены в учебном плане.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Простые приемы фильтрации сигналов	4		0,5
2	Взаимная корреляционная функция и функция автокорреляции	4		0,5
3	Разложение аналитически заданных периодических функций в ряд Фурье с вещественными коэффициентами	4		0,5
4	Дискретное преобразование Фурье	4		0,5
5	Исследование математических моделей линейных импульсных систем	4		1
6	Спектры цифровых сигналов	4		1
7	Синтез цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	6		1
8	Синтез дискретно-непрерывных систем управления	6		0,5
9	Переносчик информации на основе импульсных сигналов сложной формы	6		0,5
Итого:		42		6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Цифровая обработка сигналов. Основные понятия	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	4		10
2	Тема 2. Восстановление дискретного сигнала и ДПФ	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	4		10
3	Тема 3. Цифровые фильтры. Основные понятия. Z-преобразование	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	4		10
4	Тема 4. Фильтры второго и высших порядков	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	4		10
5	Тема 5. WaveLet-преобразования	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	4		10
6	Тема 6. Вспомогательные вопросы	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	4		10
7	Тема 7. Автокорреляция	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	4		10
8	Тема 8. Преобразования Хартли, Адамара, Хаара	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	4		13
9	Тема 9. Сжатие и линейное предсказание	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов; изучение дополнительного теоретического материала	6		13
Итого:			38		96

4.7. Курсовые работы/проекты.

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены в учебном плане.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины «Методы цифровой обработки сенсорной и кинестетической информации» 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, ведущим лабораторные занятия по дисциплине в следующих формах:

- лабораторные работы;
- защита лабораторных работ.

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к защите лабораторных работ, позволяют оценить результаты 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 виде устного зачета (включает в себя ответы на теоретические вопросы).

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

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
зачтено	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.
	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.
	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.
не зачтено	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 информационное обеспечение дисциплины:

а) Основная литература:

1. Умняшкин С.В., Основы теории цифровой обработки сигналов : Учебное пособие. / Умняшкин С.В. - М. : Техносфера, 2018. - 528 с. - ISBN 978-5-94836-508-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365084.html> (дата обращения: 03.09.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Гилат А., MATLAB. Теория и практика. 5-е изд : учебное пособие / Амос Гилат - М. : ДМК Пресс, 2017. - 416 с. - ISBN 978-5-97060-183-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970601839.html> (дата обращения: 03.09.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Гадзиковский В.И., Цифровая обработка сигналов / В.И. Гадзиковский - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. - 766 с. - ISBN 978-5-91359-117-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591173.html> (дата обращения: 03.09.2019). - Режим доступа : по подписке.
4. Кравченко В.Ф., Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами / Кравченко В.Ф., Чуриков Д.В. - М. : Техносфера, 2018. - 182 с. - ISBN 978-5-94836-506-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365060.html> (дата обращения: 03.09.2023). - Режим доступа : по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Дьяконов В.П., MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Обработка сигналов и проектирование фильтров. / В. П. Дьяконов. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 576 с. - ISBN 5-98003-206-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032061.html> (дата обращения: 03.09.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Щетинин Ю.И., Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB : учеб. пособие / Ю.И. Щетинин - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 115 с. - ISBN 978-5-7782-1807-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778218079.html> (дата обращения: 03.09.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Платоненков С.В., Моделирование электромеханических систем в среде MATLAB : учебное пособие / С.В. Платоненков, Е.В. Лимонникова - Архангельск : ИД САФУ, 2016. - 104 с. - ISBN 978-5-261-01121-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261011217.html> (дата обращения: 03.09.2023). - Режим доступа : по подписке.
4. Тырыкин С.В., Применение MATLAB для моделирования радиотехнических сигналов и устройств : учебно-методическое пособие / Тырыкин С.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 52 с. - ISBN 978-5-7782-3210-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232105.html> (дата обращения: 03.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

в) 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/>
9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
11. Информационный ресурс библиотеки образовательной организации Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Методы цифровой обработки сенсорной и кинестетической информации» 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).

Лабораторные занятия: компьютерная аудитория, оснащенная компьютерами с установленным ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы).

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, 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	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
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/
Система программирования на языке высокого уровня C++	Code::Blocks (GNU C++ 4.x)	http://www.codeblocks.org/downloads
Виртуальная машина	VirtualBox	https://www.virtualbox.org
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Графический редактор	Inkscape	https://inkscape.org/
Среда разработки и платформа для выполнения программ на графическом языке программирования «G»	LabVIEW Community Edition	https://www.ni.com/ru-ru/shop/labview/select-edition/labview-community-edition.html
Пакет прикладных математических программ	Scilab	https://www.scilab.org/
Пакет прикладных математических программ	Maxima	https://maxima.sourceforge.io/