

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) « 06 » 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые системы управления»

По направлению подготовки: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль: Электронные приборы и устройства

Рабочая программа учебной дисциплины «Цифровые системы управления» по направлению подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (профиль «Электронные приборы и устройства») – 29 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Цифровые системы управления» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. №927 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации №1456 от 26.11.2020 г., №83 от 08.02.2021 г., №662 от 19.07.2022 г. и №208 от 27.02.2023 г.)

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Калюжный В.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»

 Ю.В. Бородач

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

Цель дисциплины – изучение основных принципов и алгоритмов построения программного обеспечения на основе микроконтроллеров для систем управления, сбора и обработки данных.

Задачи: ознакомление студентов с теоретическими основами и принципами построения цифровых систем управления, и другими аппаратными устройствами и их программным управлением для решения задач управления, сбора и обработки данных.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к условиям освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Цифровые системы управления» относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания компонентов электроники, электронных и полупроводниковых приборов и интегральных микросхем; цифровой электроники, физических основ сенсорики, техники измерений, умения проводить измерения физических величин и обработку результатов измерений, микропроцессорной техники.

Содержание дисциплины основано на знаниях дисциплин «Материалы и компоненты электроники», «Специальные разделы физики (физика электронных и полупроводниковых приборов)», «Цифровая электроника», «Физические основы сенсорики», «Микропроцессорная техника» и служит основой для дипломного проектирования.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знает математическое описание физических процессов, протекающих в материалах, компонентах и приборах электроники. ПК-1.2. Умеет строить физические и математические модели приборов, узлов, блоков. ПК-1.3. Владеет навыками компьютерного моделирования.	Знать: математическое описание физических процессов, протекающих в компонентах цифровых систем и цифровых системах, классификацию сигналов и систем, квантование по времени и уровню, экстраполятор, устойчивость по А.М. Ляпунову, стабилизируемость, квантование непрерывных функций, разомкнутые системы, замкнутые системы, переходные процессы, системы с двумя степенями свободы;
		Уметь: строить физические и математические модели

		цифровых устройств, объяснять принципы построения и анализировать характеристики цифровых систем управления;
		Владеть: навыками компьютерного моделирования цифровых систем и устройств цифрового управления и автоматизации, навыками анализа и построения операторных моделей цифровых систем управления, расчета интегральных и статистических показателей качества цифровой системы управления; навыками компьютерной разработки простых цифровых систем управления.
ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных блоков электронных приборов, систем сбора, обработки данных и управления. ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов. ПК-3.3. Умеет разрабатывать топологию интегральных микросхем. ПК-3.4. Умеет программировать микропроцессоры и микроконтроллеры. ПК-3.5. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	Знать: принципы конструирования разомкнутых и замкнутых цифровых систем, цифрового компьютера, линейные законы управления, операторные модели, импульсную характеристику и передаточную функцию; Уметь: осуществлять поиск информации с использованием информационных технологий и проводить оценочные расчеты; разрабатывать топологию цифровых интегральных микросхем; программировать цифровые системы управления с использованием теоремы Котельникова-Шеннона, вычисления изображения, восстановления оригинала; применять полиномиальный программный алгоритм синтеза регулятора и программный алгоритм с помощью билинейного преобразования;

		Владеть: навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем цифровых систем управления;
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач. ед)	180 (5 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	84	36
Лекции	36	16
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	24	8
Лабораторные работы	24	12
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	96	144
Форма аттестации	Семестр 7	экзамен
	Семестр 8	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 7

Тема 1. Основные понятия.

Классификация сигналов и систем. Разомкнутые и замкнутые системы. Цифровой компьютер. Особенности цифровых систем. Методы исследования цифровых систем.

Тема 2. Квантование непрерывных сигналов.

Квантование по времени и уровню. Теорема Котельникова-Шеннона. Эффект поглощения частот.

Тема 3. Цифровые законы управления.

Описание работы цифровой части. Линейные законы управления. Операторные модели.

Тема 4. Восстановление непрерывных сигналов.

Понятие экстраполятора. Импульсная характеристика и передаточная функция. Фиксатор нулевого порядка. Фиксатор первого порядка. Другие экстраполяторы.

Тема 5. Анализ последовательностей.

z -преобразование. ζ -преобразование. Вычисление изображений. Свойства z -преобразования. Восстановление оригинала.

Тема 6. Линейные дискретные системы.

Основные понятия. Импульсная характеристика. Дискретная передаточная функция. Нули и полюса. Типовые переходные процессы. Модели в пространстве состояний. Физическая реализуемость.

Тема 7. Устойчивость.

Устойчивость по А.М. Ляпунову. Устойчивость линейных систем. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста.

Тема 8. Одноконтурная дискретная система. Структурная схема.

Физическая реализуемость. Некорректные системы. Устойчивость. Устойчивость моделей в пространстве состояний. Использование переменной ζ .

Тема 9. Стабилизируемость.

Понятие стабилизируемости. Нестабилизируемые объекты. Множество стабилизирующих регуляторов. Особый случай. Грубость стабилизирующих регуляторов.

Семестр 8

Тема 10. Дискретизация непрерывных процессов.

Квантование непрерывных функций. Восстановление непрерывных функций. Модифицированное z -преобразование.

Тема 11. Аналоговые модели дискретных сигналов.

Аналоговая модель экстраполятора. Импульсная модель дискретного сигнала.

Тема 12. Дискретизация простейшей импульсной системы.

Дискретная модель объекта с экстраполятором. Замкнутые формулы. Процессы между моментами квантования. Дискретизация моделей в пространстве состояний.

Тема 13. Передаточные функции цифровых систем.

Разомкнутые системы. Замкнутые системы. Когда система имеет ДПФ. Системы, не имеющие ДПФ. Параметрическая передаточная функция.

Тема 14. Устойчивость цифровых систем.

Понятие устойчивости. Устойчивость одноконтурной цифровой системы. Стабилизируемость в вырожденных случаях. Скрытые колебания.

Тема 15. Показатели качества.

Переходные процессы. Запасы устойчивости. Ошибка в установившемся режиме. Интегральные показатели. Статистические показатели. Робастность.

Тема 16. Переоборудование непрерывных регуляторов.

Задача переоборудования. Численное интегрирование. Частотная коррекция. Устойчивость регулятора. Отображение нулей и полюсов. Фиктивное квантование. Аппроксимация частотной характеристики. Оптимальное переоборудование.

Тема 17. Размещение полюсов.

Эквивалентная дискретная система. Регуляторы низкого порядка. Задача размещения полюсов. Полиномиальные уравнения. Физическая реализуемость регулятора. Пример синтеза регулятора. Размещение полюсов в плоскости ζ .

Тема 18. Аперiodическое управление.

Размещение полюсов. Процессы минимальной длительности.

Тема 19. Синтез регулятора по эталонной модели.

Системы с двумя степенями свободы. Полиномиальный алгоритм синтеза регулятора. Пример синтеза регулятора.

Тема 20. Синтез с помощью билинейного преобразования.

Билинейное преобразование. Алгоритм синтеза регулятора. Использование ЛАФЧХ.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 7		
1	Лекция 1. Основные понятия. Часть 1	2	1
2	Лекция 1. Основные понятия. Часть 2	2	-
3	Лекция 2. Квантование непрерывных сигналов	2	1
4	Лекция 3. Цифровые законы управления	1	-
5	Лекция 4. Восстановление непрерывных сигналов. Часть 1	1	1
6	Лекция 4. Восстановление непрерывных сигналов. Часть 2	1	-
7	Лекция 5. Анализ последовательностей. Часть 1	1	1
8	Лекция 5. Анализ последовательностей. Часть 2	1	-
9	Лекция 6. Линейные дискретные системы. Часть 1	1	1
10	Лекция 6. Линейные дискретные системы. Часть 2	1	-
11	Лекция 7. Устойчивость. Часть 1	1	1
12	Лекция 7. Устойчивость. Часть 2	1	-
13	Лекция 8. Одноконтурная дискретная система. Часть 1	2	1
14	Лекция 8. Одноконтурная дискретная система. Часть 2	2	1

	Семестр 8		
15	Лекция 9. Стабилизируемость. Часть 1	2	1
16	Лекция 9. Стабилизируемость. Часть 2	2	-
17	Лекция 10. Дискретизация непрерывных процессов	2	1
18	Лекция 11. Аналоговые модели дискретных сигналов	1	-
19	Лекция 12. Дискретизация простейшей импульсной системы	1	1
20	Лекция 13. Передаточные функции цифровых систем. Ч. 1	2	-
21	Лекция 13. Передаточные функции цифровых систем. Ч. 2	2	1
22	Лекция 14. Устойчивость цифровых систем	1	-
23	Лекция 15. Показатели качества. Часть 1	2	1
24	Лекция 16. Переоборудование непрерывных регуляторов.	2	-
25	Лекция 17. Размещение полюсов.	1	1
26	Лекция 18. Аperiodическое управление.	1	-
27	Лекция 19. Синтез регулятора по эталонной модели.	1	1
28	Лекция 20. Синтез с помощью билинейного преобразования.	2	1
Итого:		36	16

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 7		
1	Практическое занятие 1	2	2
2	Практическое занятие 2	2	-
3	Практическое занятие 3	2	2
4	Практическое занятие 4	2	-
5	Практическое занятие 5	2	2
6	Практическое занятие 6	2	-
7	Практическое занятие 7	2	2
	Семестр 8		
8	Практическое занятие 8	1	-
9	Практическое занятие 9	2	-
10	Практическое занятие 10	1	-
11	Практическое занятие 11	2	-
12	Практическое занятие 12	1	-
13	Практическое занятие 13	2	-
14	Практическое занятие 14	1	-
Итого:		24	8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 7		
1	Лабораторная работа 1	2	1
2	Лабораторная работа 2	2	1
3	Лабораторная работа 3	2	-
4	Лабораторная работа 4	2	1
5	Лабораторная работа 5	2	1

6	Лабораторная работа 6	2	-
7	Лабораторная работа 7	2	-
	Семестр 8		
8	Лабораторная работа 8	1	1
9	Лабораторная работа 9	2	1
10	Лабораторная работа 10	1	1
11	Лабораторная работа 11	2	1
12	Лабораторная работа 12	1	2
13	Лабораторная работа 13	2	2
14	Лабораторная работа 14	1	4
Итого:		24	12

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
	Семестр 7			
1	Квантование по времени и уровню. Теорема Котельникова-Шеннона. Эффект поглощения частот.	Подготовка к практическим занятиям	2	6
		Подготовка к тестированию	2	7
2	Цифровые законы управления. Описание работы цифровой части. Линейные законы управления. Операторные модели.	Подготовка к практическим занятиям	2	6
		Подготовка к тестированию	2	7
3	Фиксатор нулевого порядка. Фиксатор первого порядка. Другие экстраполяторы. Анализ последовательностей. z-преобразование. ζ-преобразование.	Подготовка к практическим занятиям	2	6
		Подготовка к тестированию	2	7
4	Основные понятия. Импульсная характеристика. Дискретная передаточная функция. Нули и полюса.	Подготовка к практическим занятиям	2	6
		Подготовка к тестированию	2	7
5	Экзамен по дисциплине	Подготовка к семестровому экзамену	36	36
	Семестр 8			
6	Типовые переходные процессы. Модели в пространстве состояний. Физическая реализуемость.	Подготовка к практическим занятиям	10	6
		Подготовка к тестированию	10	6
7	Устойчивость по А.М. Ляпунову. Устойчивость линейных систем.	Подготовка к практическим занятиям	10	6
		Подготовка к тестированию	8	6

	Алгебраические критерии устойчивости.			
8	Критерий Михайлова. Критерий Найквиста.	Подготовка к практическим занятиям	1	6
		Подготовка к тестированию	1	6
9	Структурная схема. Физическая реализуемость. Некорректные системы.	Подготовка к практическим занятиям	1	6
		Подготовка к тестированию	1	7
10	Дискретизация непрерывных процессов. Квантование непрерывных функций. Восстановление непрерывных функций. Модифицированное z-преобразование.	Подготовка к тестированию	2	7
Итого:			96	144

4.7. Курсовые работы/проекты

Учебным планом не предусмотрено.

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:

- вопросы к лабораторным работам;
- вопросы к практическим занятиям;
- тесты;
- вопросы к зачету.
- вопросы к экзамену.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные вопросы, вопросы к экзамену, тесты и методы контроля, 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 в 7 семестре обучения проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы), а в 8 семестре обучения – в форме зачета. Студенты, выполнившие 75 % текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

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

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Обучающийся 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	зачтено

правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Обучающийся 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.	
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие 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.	
Обучающийся 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. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

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

Характеристика знания предмета и ответов	Экзамены
Обучающийся глубоко и в полном объёме 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.	отлично (5)
Обучающийся 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.	хорошо (4)
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие 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.	удовлетворительно (3)
Обучающийся 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. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	неудовлетворительно (2)

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Симаков Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Симаков Г.М. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. - 211 с. - ISBN 978-5-7782-2210-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778222106.html>

2. Дьяконов В.П. Сверхскоростная твердотельная электроника. Т. 2: Приборы специального назначения [Электронный ресурс] / Дьяконов В.П. - М.: ДМК Пресс, 2013. - 576 с. - ISBN 978-5-94074-926-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940749264.html>

б) Дополнительная литература:

1. Микушин А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие: Учебное пособие / Микушин А.В., Сажнев А.М., Сединин В.И. - СПб: БХВ-Петербург, 2010. - 832 с. ISBN 978-5-9775-0417-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/350706>

2. Куличков А. В. Импульсные блоки питания для IBM PC [Электронный ресурс] / А. В. Куличков. - Москва: ДМК пресс, 2008. - 120 с.: ил. - (Ремонт и обслуживание; Вып. 22). - ISBN 5-89818-075-3. - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/406594>

3. Крухмалев В.В. Цифровые системы передачи: Учебное пособие для вузов / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Гор. линия-Телеком, 2012. - 376 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Специальность). (обложка) ISBN 978-5-9912-0226-8, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/344185>

4. Королев В.А. Выходные каскады импульсных усилителей: Учебное пособие / Королев В.А., Зубаков А.В. - М.: НИЯУ "МИФИ", 2013. - 76 с. ISBN 978-5-7262-1748-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/563263>

в) Методические рекомендации/указания:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Импульсные и цифровые устройства» для студентов специальности «Электронные приборы и устройства» (электронное издание) / Сост.: В.А. Войтенко, Г.О. Войтенко. – Луганск: Изд-во ЛНУ, 2018. – 46 с.

2. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Импульсные и цифровые устройства» для студентов специальности «Электронные приборы и устройства» (электронное издание) / Сост.: В.А. Войтенко, Г.О. Войтенко. – Луганск: Изд-во ЛНУ, 2018. – 47 с.

г) Интернет-ресурсы:

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

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

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

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

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов

высшего образования – <http://fgosvo.ru>

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

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

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

Далевский педагогический портал – <http://ped.dahluniver.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

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

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

Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

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

Научные журналы

"GNU Scientific Library" (GSL - библиотека для научных вычислений проекта GNU): <http://www.gnu.org/software/gsl>.

Система схемотехнического моделирования LTSpice IV. Краткое руководство: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.

Электронные компоненты: <http://www.elitan.ru/>.

Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся с использованием комплекта электронных презентаций в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы проводятся с использованием некомпьютеризированных и компьютеризированных лабораторных стендов, пакета специализированных компьютерных программ, компьютерной математической среды MATLAB.

Рабочие места преподавателя и студентов в учебной лаборатории оснащены компьютерами с доступом в Интернет, предназначенными для работы в указанных специализированных компьютерных программах и средах.

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/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Цифровые системы управления»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)

1	ПК-1	Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроник и различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.	Тема 1 Цифровые системы. Основные понятия	1
				Тема 2 Квантование непрерывных сигналов	1
				Тема 3 Цифровые законы управления	1
				Тема 4 Восстановление непрерывных сигналов	1
				Тема 5 Анализ последовательностей	1
				Тема 6 Линейные дискретные системы	1
				Тема 7 Устойчивость	1
				Тема 8 Одноконтурная дискретная система. Структурная схема	1
				Тема 9 Стабилизируемость	1
				Тема 10 Дискретизация непрерывных процессов	2
				Тема 11 Аналоговые модели дискретных сигналов	2
				Тема 12 Дискретизация простейшей импульсной системы	2
				Тема 13 Передаточные функции цифровых систем	2
				Тема 14 Устойчивость цифровых систем	2
				Тема 15 Показатели качества	2
				Тема 16 Переоборудование непрерывных регуляторов	2

				Тема 17 Размещение полюсов	2
				Тема 18 Апериодическое управление	2
				Тема 19 Синтез регулятора по эталонной модели	2
				Тема 20 Синтез с помощью билинейного преобразования	2
2.	ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.	Тема 12 Дискретизация простейшей импульсной системы	2
				Тема 13 Передаточные функции цифровых систем	2
				Тема 14 Устойчивость цифровых систем	2

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-1	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.	Знать: математическое описание физических процессов, протекающих в компонентах цифровых систем и цифровых системах, классификацию сигналов и систем, квантование по	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13,	Вопросы к лабораторным работам, вопросы к практическим занятиям, тесты, вопросы к зачету, вопросы к экзамену

			времени и уровню, экстраполятор, устойчивость по А.М. Ляпунову, стабилизируемость, квантование непрерывных функций, разомкнутые системы, замкнутые системы, переходные процессы, системы с двумя степенями свободы; Уметь: строить физические и математические модели цифровых устройств, объяснять принципы построения и анализировать характеристики цифровых систем управления; Владеть: навыками компьютерного моделирования цифровых систем и устройств цифрового управления и автоматизации, навыками анализа и построения операторных моделей цифровых систем управления, расчета интегральных и статистических показателей качества цифровой системы управления; навыками компьютерной разработки простых цифровых	Тема 14, Тема 15, Тема 16, Тема 17, Тема 18, Тема 19, Тема 20	
--	--	--	---	--	--

			систем управления.		
2.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.	Знать: принципы конструирования разомкнутых и замкнутых цифровых систем, цифрового компьютера, линейные законы управления, операторные модели, импульсную характеристику и передаточную функцию; Уметь: осуществлять поиск информации с использованием информационных технологий и проводить оценочные расчеты; разрабатывать топологию цифровых интегральных микросхем; программировать цифровые системы управления с использованием теоремы Котельникова-Шеннона, вычисления изображения, восстановления оригинала; применять полиномиальный программный алгоритм синтеза регулятора и программный алгоритм с помощью билинейного преобразования; Владеть: навыками подготовки	Тема 12, Тема 13, Тема 14	Вопросы к лабораторным работам, вопросы к практическим занятиям, тесты, вопросы к зачету, вопросы к экзамену

			принципиальных и монтажных электрических схем цифровых систем управления;		
--	--	--	---	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Цифровые системы управления»

Вопросы к лабораторным работам:

1. Что понимают под цифровой системой управления?
2. Что понимают под импульсной системой управления?
3. Проведите сравнение достоинств и недостатков аналоговых и цифровых систем управления.
4. Что такое квантование сигналов?
5. Сформулируйте теорему Котельникова-Шеннона.
6. Что значит эффект наложения частот?
7. Что понимают под операторами прямого и обратного сдвига?
8. Что такое передаточная функция цифрового регулятора?
9. Как проводят восстановление непрерывных сигналов?
10. Что такое экстраполятор нулевого порядка?
11. Что такое импульсная модель дискретного сигнала?
12. Раскройте понятия импульсной характеристики и передаточной функции экстраполятора.
13. Что такое экстраполятор первого порядка?
14. Дайте определение линейных дискретных систем.
15. В чем состоят свойства однородности и суперпозиции?
16. Что такое стационарные системы?
17. Что такое дискретный сигнал?
18. Что значит единичный дискретный импульс?
19. Что такое единичный ступенчатый сигнал?
20. Что подразумевают под z-преобразованием? Перечислите его свойства.
21. Как происходит восстановление оригинала по z-преобразованию?
22. Как происходит z-преобразование запаздывающего сигнала?
23. Каковы особенности импульсных характеристик и передаточных функций дискретных систем?
24. Что такое КИХ-фильтры?
25. Как выполняют переход от разностного уравнения к передаточной функции и обратно?
26. Что такое нули и полюса передаточных функций?
27. Перечислите типовые переходные процессы для звена первого порядка.
28. Что значит пространство состояний?
29. Сформулируйте понятие устойчивости дискретных систем.
30. Сформулируйте понятие устойчивости по Ляпунову.
31. Сформулируйте задачу модального управления.

32. Как осуществляют синтез регуляторов с помощью моделей в пространстве состояний?
33. Что такое обратная связь по вектору состояния?
34. Что такое обратная связь по выходу?
35. В чем причина скрытых колебаний?
36. Что такое регулятор с двумя степенями свободы?
37. Что такое эталонная модель?
38. Как проводят построение эталонной модели второго порядка по заданным времени переходного процесса и перерегулированию?
39. Как проводят синтез регулятора с двумя степенями свободы по эталонной модели?
40. Что такое линейный квадратичный регулятор на конечном и бесконечном интервале времени?
41. В чем состоит критерий качества регулятора?
42. В чем сущность метода динамического программирования?
43. В чем состоит принцип оптимальности Беллмана?
44. Что такое корреляционная функция?
45. Поясните понятия стационарности, эргодичности.
46. Что такое формирующие фильтры?
47. Поясните понятие белого шума.
48. Как проводят цифровое моделирование непрерывных случайных процессов с заданной спектральной плотностью?
49. Сформулируйте задачу оптимальной фильтрации Винера.
50. Что такое оптимальный неустойчивый фильтр, оптимальный устойчивый фильтр?
51. Каково влияние спектральных свойств помехи и шума на эффективность фильтрации?
52. Что такое фильтр Калмана?
53. Что понимают под ковариационной матрицей?
54. Как проводят синтез оптимальных регуляторов для замкнутой системы при случайных возмущениях?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к лабораторным работам

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией)

2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов отвечать)
---	---

Вопросы к практическим занятиям:

1. Понятие импульсной системы управления.
2. Сравнение аналоговых и импульсных систем управления (достоинства и недостатки каждого типа).
3. Квантования сигналов.
4. Частота квантования.
5. Восстановление сигналов.
6. Теорема Котельникова-Шеннона.
7. Эффект наложения частот.
8. Математическое описание работы компьютера.
9. Разностные уравнения.
10. Операторы прямого и обратного сдвига.
11. Физическая реализуемость.
12. Передаточная функция цифрового регулятора.
13. Восстановление непрерывных сигналов.
14. Экстраполятор нулевого порядка.
15. Импульсная модель дискретного сигнала.
16. Импульсная характеристика и передаточная функция экстраполятора.
17. Экстраполятор первого порядка.
18. Линейные дискретные системы.
19. Свойства однородности и суперпозиции.
20. Стационарные системы.
21. Импульсная характеристика и передаточная функция.
22. Дискретные сигналы.
23. Единичный дискретный импульс.
24. Единичный ступенчатый сигнал.
25. z -преобразование и его свойства. Начальное и конечное значения.
26. Восстановление оригинала по z -преобразованию.
27. z -преобразование запаздывающего сигнала.
28. Импульсные характеристики и передаточные функции дискретных систем.
29. КИХ-фильтры.
30. Переход от разностного уравнения к передаточной функции и обратно.
31. Нули и полюса передаточных функций.
32. Типовые переходные процессы для звена первого порядка.
33. Модели дискретных систем в пространстве состояний. Согласованность матриц A , B , C , D .
34. Переход к передаточной функции и обратно.
35. Устойчивость дискретных систем.
36. Устойчивость по Ляпунову.
37. Асимптотическая устойчивость.
38. Устойчивость линейных систем.

39. Проверка устойчивости по передаточной функции и модели в пространстве состояний.
40. Одноконтурная дискретная система.
41. Передаточные функции.
42. Характеристический полином.
43. Характеристическое уравнение.
44. Устойчивость. Нестабилизируемые системы.
45. Дискретизация импульсных систем.
46. Приведённая непрерывная часть.
47. Дискретные передаточные функции замкнутой системы.
48. Скрытые колебания.
49. Устойчивость импульсных систем.
50. Анализ устойчивости по дискретной модели.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответы представлены на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Ответы представлены на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности, правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Ответы представлены на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Ответы представлены на неудовлетворительном уровне или не представлены (студент не готов отвечать или правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов)

Тесты:

1. Задача цифровой системы стабилизации:
 - А) сохранять заданное значение входа при действии возмущения.
 - Б) сохранять заданное значение возмущения.
 - В) сохранять заданное значение выхода при действии возмущения.
2. Одной решетчатой функции может соответствовать:
 - А) множество аналоговых сигналов.
 - Б) один аналоговый сигнал.
 - В) два или три аналоговых сигнала.
3. При квантовании происходит:
 - А) преобразование информации.

- Б) потеря информации.
- В) искажение информации.

4. Временная диаграмма логической операции содержит:

- А) таблицу истинности.
- Б) временную шкалу.
- В) описание регистров.

5. Для логической схемы время является:

- А) входной переменной.
- Б) выходной переменной.
- В) независимой переменной.

6. Для анализа процессов между моментами квантования используют:

- А) модифицированное дискретное преобразование Лапласа.
- Б) модифицированное z -преобразование.
- В) z -преобразование.

7. Для вычисления непрерывного сигнала на выходе объекта управления используют:

- А) модифицированное дискретное преобразование Лапласа.
- Б) обратное преобразование Лапласа.
- В) z -преобразование.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тесты

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

1. Невырожденность интервала квантования.
2. Частотные характеристики дискретных систем.
3. Частота Найквиста.
4. Периодичность частотной характеристики.
5. Показатели качества импульсных систем: перерегулирование, время переходного процесса, запасы устойчивости, показатель колебательности.
6. Интегральная квадратическая ошибка.

7. Статические ошибки в импульсных системах.
8. Астатизм.
9. Условие компенсации постоянных возмущений.
10. Дискретизация аналоговых регуляторов (методы Эйлера, Тастина, преобразования нулей и полюсов, фиктивного квантования).
11. Сохранение устойчивости регуляторов при дискретизации.
12. Численная оптимизация цифровых регуляторов (постановка задачи).
13. Аппроксимация переходных процессов и частотных характеристик для разомкнутых и замкнутых систем.
14. Задача модального управления.
15. Модальные ограничения.
16. Корневой годограф.
17. Метод D-разбиения.
18. Синтез регуляторов с помощью диофантовых уравнений.
19. Выбор порядка желаемого характеристического полинома.
20. Аperiodическое управление.
21. Задача модального управления.
22. Синтез регуляторов с помощью моделей в пространстве состояний.
23. Обратная связь по вектору состояния.
24. Обратная связь по выходу. Наблюдатель.
25. Переходные процессы минимальной длительности (общий подход к синтезу).
26. Скрытые колебания, их причина, как от них избавиться.
27. Регулятор с двумя степенями свободы.
28. Эталонная модель.
29. Построение эталонной модели второго порядка по заданным времени переходного процесса и перерегулированию.
30. Синтез регулятора с двумя степенями свободы по эталонной модели (общий подход к синтезу).
31. Линейный квадратичный регулятор на конечном и бесконечном интервале времени (постановка задачи).
32. Критерий качества.
33. Метод динамического программирования (общий подход).
34. Принцип оптимальности Беллмана.
35. Модели случайных возмущений в непрерывном времени.
36. Корреляционные функции.
37. Стационарность. Эргодичность.
38. Спектральные плотности.
39. Формирующие фильтры.
40. Белый шум.
41. Модели случайных возмущений в дискретном времени.
42. Дискретный белый шум.
43. Цифровое моделирование непрерывных случайных процессов с заданной спектральной плотностью.
44. Задача оптимальной фильтрации Винера.
45. Оптимальный неустойчивый фильтр, оптимальный устойчивый фильтр.

46. Влияние спектральных свойств помехи и шума на эффективность фильтрации.
47. Фильтр Калмана. Постановка задачи. Критерий качества.
48. Ковариационная матрица.
49. Априорные и апостериорные оценки вектора состояния и ковариационной матрицы.
50. Синтез оптимальных регуляторов для замкнутой системы при случайных возмущениях. Постановка задачи. Критерии качества.
51. Стандартная система и задача её оптимизации при случайных возмущениях.
52. Парето-оптимальные системы.
53. Кривая качества.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачет)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Обучающийся глубоко и в полном объёме 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.	зачтено
Обучающийся 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.	
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие 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.	
Обучающийся 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. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Понятие импульсной системы управления.
2. Сравнение аналоговых и импульсных систем управления (достоинства и недостатки каждого типа).
3. Математическое описание работы компьютера.
4. Операторы прямого и обратного сдвига.

5. Передаточная функция цифрового регулятора.
6. Восстановление непрерывных сигналов.
7. Импульсная модель дискретного сигнала.
8. Импульсная характеристика и передаточная функция экстраполятора.
9. Линейные дискретные системы.
10. Свойства однородности и суперпозиции.
11. Стационарные системы.
12. Дискретные сигналы.
13. Единичный дискретный импульс.
14. Единичный ступенчатый сигнал.
15. z -преобразование и его свойства. Начальное и конечное значения.
16. Восстановление оригинала по z -преобразованию.
17. z -преобразование запаздывающего сигнала.
18. Импульсные характеристики и передаточные функции дискретных систем.
19. КИХ-фильтры.
20. Нули и полюса передаточных функций.
21. Типовые переходные процессы для звена первого порядка.
22. Модели дискретных систем в пространстве состояний. Согласованность матриц A, B, C, D .
23. Устойчивость дискретных систем.
24. Устойчивость по Ляпунову.
25. Асимптотическая устойчивость.
26. Устойчивость линейных систем.
27. Проверка устойчивости по передаточной функции и модели в пространстве состояний.
28. Одноконтурная дискретная система.
29. Нестабилизируемые системы.
30. Дискретизация импульсных систем.
31. Дискретные передаточные функции замкнутой системы.
32. Скрытые колебания.
33. Устойчивость импульсных систем.
34. Анализ устойчивости по дискретной модели.
35. Невырожденность интервала квантования.
36. Частотные характеристики дискретных систем.
37. Периодичность частотной характеристики.
38. Показатели качества импульсных систем: перерегулирование, время переходного процесса, запасы устойчивости, показатель колебательности.
39. Интегральная квадратическая ошибка.
40. Статические ошибки в импульсных системах.
41. Астатизм.
42. Аппроксимация переходных процессов и частотных характеристик для разомкнутых и замкнутых систем.
43. Задача модального управления.
44. Модальные ограничения.
45. Корневой годограф.
46. Метод D-разбиения.

47. Аперидическое управление.
48. Задача модального управления.
49. Синтез регуляторов с помощью моделей в пространстве состояний.
50. Обратная связь по вектору состояния.
51. Регулятор с двумя степенями свободы.
52. Построение эталонной модели второго порядка по заданным времени переходного процесса и перерегулированию.
53. Синтез регулятора с двумя степенями свободы по эталонной модели (общий подход к синтезу).
54. Линейный квадратичный регулятор на конечном и бесконечном интервале времени (постановка задачи).
55. Метод динамического программирования (общий подход).
56. Принцип оптимальности Беллмана.
57. Дискретный белый шум.
58. Цифровое моделирование непрерывных случайных процессов с заданной спектральной плотностью.
59. Задача оптимальной фильтрации Винера.
60. Влияние спектральных свойств помехи и шума на эффективность фильтрации.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме 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 чёткие 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

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)