

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПОДИСЦИПЛИНЕ

ПРИЕМ 2020 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки/ специальность	14.05.04 Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Специализация	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	А.Г. Горюнов
	С.Н. Ливенцов

2020 г.

1. Роль дисциплины «Цифровые системы управления» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код	Наименование
Цифровые системы управления	8	ОПК(У)-1	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения	ОПК(У)-1.В13	Владеет методами дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций
				ОПК(У)-1.У13	Умеет получать рекуррентные соотношения из передаточных функций с целью реализации цифровых регуляторов на ЭВМ для промышленных объектов управления
				ОПК(У)-1.313	Знает математический аппарат цифровых систем управления
		ПК(У)-23	Способен применять современные методы исследования процессов и объектов профессиональной деятельности, применять математический аппарат для формализации, анализа и выработки решения	ПК(У)-23.В12	Владеет методами синтеза, анализа качества и устойчивости цифровых систем управления на ЭВМ
				ПК(У)-23.312	Знает методы структурного и параметрического синтеза цифровых регуляторов

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД-1	Владеть методами моделирования цифровых систем управления на ЭВМ.	ОПК(У)-1, ПК(У)-233	Раздел (модуль) 3. Описание цифровых систем управления	Тестирование Контрольная работа Защита отчета по лабораторной работе Экзамен
РД-2	Использовать математический аппарат цифровых систем управления.	ПК(У)-23, ОПК(У)-1	Раздел (модуль) 1. Введение и общие положения. Раздел (модуль) 2. Представление сигналов в цифровом виде и эффекты,	Тестирование Контрольная работа Защита ИДЗ и отчета по лабораторной работе

			возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени	Экзамен
РД-3	Владеть методами дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций.	ПК(У)-23	Раздел (модуль) 6. Результаты моделирования и внедрения на производстве ЦСУ Раздел (модуль) 5. Регуляторы ЦСУ. Цифровое моделирование параметрически оптимизируемого регулятора с использованием метода дискретно-аналогового моделирования.	Тестирование Контрольная работа Защита ИДЗ и отчета по лабораторной работе Экзамен
РД-4	Владеть методами синтеза, анализа качества и устойчивости цифровых систем управления на ЭВМ	ПК(У)-23	Раздел (модуль) 4. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей, влияние недокомпенсации. Раздел (модуль) 5. Регуляторы ЦСУ. Цифровое моделирование параметрически оптимизируемого регулятора с использованием метода дискретно-аналогового моделирования.	Тестирование Контрольная работа Защита ИДЗ и отчета по лабораторной работе Экзамен

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов

55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
1.	Тестирование	2. Спектр дискретного сигнала чем ограничен? 3. Решение разностных уравнений в дискретно-аналоговом методе для линейных стационарных систем включает осуществление Z-преобразования произведения управляющей $W(z)$, компенсирующей $C(z)$ и передаточных функций процесса $H(z)$. 4. Выберите правильную последовательность пунктов алгоритма составления рекуррентного соотношения. 5. Запишите передаточную функцию экстраполятора нулевого порядка. 6. Продолжите равенство $z =$ 7. Дискретизация сигналов необходима для чего? 8. В какие моменты времени возможно точное восстановление непрерывной функции? 9. Аналогом какого преобразования является z-преобразование? 10. Установите соответствие экстраполяторам их передаточных функций. 11. Чему равно запаздывание сигнала, восстановленного фиксатором нулевого порядка? 12. Запишите словосочетание, определение которого: выражение, описывающее некоторую величину $f(n)$ (где f — это некоторая функция, а n - целое положительное число) через значения $f(m)$, где m — это целое неотрицательное число, меньшее n; при этом подразумевается, что начальные значения, например, $f(0)$ или $f(1)$, заданы. 13. Найдите ошибку в определении и запишите верное слово. Автоматический регулятор - это

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		прибор или совокупность приборов, которые сравнивают текущее значение регулирующей величины с заданным значением, воздействуют на технологический процесс для поддержания текущего значения регулирующей величины равным заданному значению (т.е. устройство, получающее, усиливающее и преобразующее сигнал отклонения регулирующей величины). 14. Вычислите, и запишите в ответе через запятую и пробел четыре числа, соответствующие заданным четырем ошибкам системы, округленные до целого. При разрядности АЦП $n=8$. Чему равна ошибка определения сигнала рассогласования замкнутой системы (e), если при проектировании задано: $e = 1\%$, $e = 2\%$, $e = 3\%$, $e = 5\%$. 15. Запишите слово, определение которого: процесс, с по-мощью которого величина аналогового или непрерывного сигнала «замеряется» через установленные дискретные интер-валы времени.
16.	Контрольная работа	КТ1: Особенности ЦСУ. Математический аппарат создания ЦСУ. Тематика вопросов 1 контрольной работы: Развитие управляющей вычислительной техники и возможностей реализации ЦСУ разного уровня. Представление сигналов в цифровом виде. Эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени. Свойства Z – преобразования. Типы экстраполяторов и их особенности. Дискретные передаточные функции компьютерного моделирования ЦСУ. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей. Влияние недокомпенсации. КТ2: Цифровые параметрические и компенсационные регуляторы. Типы параметрически оптимизируемых регуляторов. Использование цифровых методов для непрерывных систем. Использование цифровых методов для стандартных регуляторов. Использование цифровых методов для П регулятора в ЦСУ. Использование цифровых методов для ПИ регулятора в ЦСУ. Использование цифровых методов для ПИД регулятора в ЦСУ. Использование метода цифровой параметрической оптимизации. Типы компенсационных регуляторов. Метод динамической компенсации непрерывных систем. Цифровой метод динамической компенсации. Регулятор Далина. Регулятор Острёма.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		Регулятор Калмана. Апериодический регулятор без запаздывания. Апериодический регулятор повышенного порядка. Апериодический регулятор с запаздыванием. Метод пространства состояний и его использование в ЦСУ.
17.	Индивидуальное задание	Задание 1 Использование различных экстраполяторов и Z – преобразования для получения описания объекта управления. Задание 2 Методика получения рекуррентных соотношений для синтеза цифровых регуляторов.
18.	Защита лабораторной работы	Проверка своевременности и качества выполнения лабораторных работ. Оценка одной работы складывается из получения допуска к работе, непосредственного проведения работы, подготовки отчёта, защиты лабораторной работы. Вопросы: Для лабораторной работы №1: Чем отличается цифровой сигнал от непрерывного? В чем преимущество одного над другим? Что такое квантование по времени? Чем отличается сигнал на выходе экстраполятора нулевого порядка от сигнала на выходе экстраполятора треугольного типа? В чем заключается дискретно - аналоговое моделирование с использованием Z-преобразования? Воспроизведите алгоритм составления рекуррентного соотношения, при получении рекуррентного соотношения для заданного объекта. Почему для моделирования объектов цифровых систем управления используется экстраполятор нулевого порядка? Для лабораторной работы №2: Какие регуляторы называются параметрически оптимизируемыми? Для чего необходимо, чтобы передаточная функция имела полюс $z=1$? В чем отличие цифровых ПИД-регуляторов, полученных с использованием различных экстраполяторов? Почему применение экстраполятора треугольного типа оказывается нереализуемым физически? Каким способом можно устранить этот недостаток? Применение какого экстраполятора для получения рекуррентного соотношения дает наиболее точный результат и почему? Для каких значений такта квантования применительны рассмотренные методы и почему? Как влияет цикл дискретизации на дифференциальную, интегральную и пропорциональную составляющую при использовании разных экстраполяторов для ПИД-регулятора.

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
		Для лабораторной работы №3: Почему моделирование объекта ведется с минимальным циклом дискретизации, а регулятора с другим, отличным от цикла для объекта? Перечислить и пояснить основные особенности ЦСУ. Почему необходим анализ реакции системы на управление и на возмущение, для чего используется результат анализа? Чем отличается система стабилизации от системы программного управления? Какая система используется в данной работе? Как производится выбор частоты квантования в системах с замкнутым контуром управления? Для лабораторной работы №4: Какие прямые показатели качества позволяют оценить быстродействие системы? Почему критерий II неприменим в случаях, когда значения ошибки являются знакопеременными? Что является целью управления? Для лабораторной работы №5: Перечислить последовательность действий для получения компенсационных регуляторов. Какие ограничения накладываются на формирование желаемой замкнутой передаточной функции системы? Для лабораторной работы №6: Из каких элементов состоит типовая структура измерительного канала? Как реализуется квантование по уровню? На основании чего осуществляется выбор Тц регулятора и разрядность АЦП и ЦАП для ЦСУ? Как осуществляется безударное переключение? Математическое описание блока первичного преобразования для датчиков с линейными статическими характеристиками.
19.	Экзамен	Вопросы на экзамен: 1. Получение рекуррентных соотношений методом дискретно-аналогового моделирования. (20 баллов) 2. Преобразование непрерывного сигнала в цифровой, основные свойства цифрового сигнала (влияние дискретизации по времени и уровню, эффект транспонирования частот). (20 баллов) 3. Параметрически - оптимизируемые регуляторы их особенности и правила настройки. (20 баллов) 4. Z - преобразование, его основные свойства и область применения, дискретные передаточные функции цифровых систем управления и их свойства, полюса дискретной передаточной функции и анализ устойчивости ЦСУ. (20 баллов) 5. Развитие управляющей вычислительной техники и возможностей реализации ЦСУ разного уровня. (20 баллов) 6. Представление сигналов в цифровом виде. (20 баллов) 7. Преобразование цифрового сигнала в непрерывный, экстраполяторы их физический смысл, виды и

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		свойства. (20 баллов) 8. Апериодический регулятор повышенного порядка. (20 баллов) 9. Дискретные передаточные функции компьютерного моделирования ЦСУ. (20 баллов) 10. Проблема выбора интервалов дискретизации в ЦСУ и методы ее решения. (20 баллов) 11. Регуляторы с конечным временем установления (апериодические), методика синтеза и особенности. (20 баллов) 12. Использование цифровых методов для П регулятора в ЦСУ. (20 баллов) 13. Метод пространства состояний и его использование в ЦСУ. (20 баллов) 14. Представление непрерывного ПИД регулятора в цифровом виде, реакция цифрового ПИД регулятора на единичное воздействие, модификации цифрового ПИД регулятора. (20 баллов) 15. Эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени. (20 баллов) 16. Свойства Z – преобразования. (20 баллов) 17. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей. (20 баллов) 18. Апериодические регуляторы при наличии запаздывания, методика синтеза и особенности. (20 баллов) 19. Использование метода цифровой параметрической оптимизации. (20 баллов) 20. Компенсационные регуляторы, методика синтеза и особенности. (20 баллов) 21. Метод динамической компенсации непрерывных систем. (20 баллов) 22. Использование цифровых методов для стандартных регуляторов. (20 баллов) 23. Цифровой метод динамической компенсации. (20 баллов) 24. Преобразование непрерывного сигнала в цифровой, основные свойства цифрового сигнала (влияние дискретизации по времени и уровню, эффект транспонирования частот). (20 баллов) 25. Использование метода цифровой параметрической оптимизации. (20 баллов) 26. Регулятор Далина. (20 баллов) 27. Влияние недокомпенсации. (20 баллов) 28. Использование цифровых методов для ПИ регулятора в ЦСУ. (20 баллов) 29. Апериодический регулятор без запаздывания. (20 баллов) 30. Влияние недокомпенсации. (20 баллов) 31. Типы экстраполяторов и их особенности. (20 баллов) 32. Дискретные передаточные функции компьютерного моделирования ЦСУ. (20 баллов) 33. Использование цифровых методов для непрерывных систем. (20 баллов) 34. Представление непрерывного ПИД регулятора в цифровом виде, реакция цифрового ПИД регулятора на единичное воздействие, модификации цифрового ПИД регулятора. (20 баллов) 35. Эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени. (20 баллов)

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		36. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей. (20 баллов) 37. Компенсационные регуляторы, методика синтеза и особенности. (20 баллов) 38. Метод пространства состояний и его использование в ЦСУ. (20 баллов) 39. Использование цифровых методов для непрерывных систем. (20 баллов) 40. Использование цифровых методов для стандартных регуляторов. (20 баллов) 41. Регулятор Острёма. (20 баллов) 42. Получение рекуррентных соотношений методом дискретно-аналогового моделирования. (20 баллов) 43. Регулятор Калмана. (20 баллов) 44. Метод динамической компенсации непрерывных систем. (20 баллов) 45. Параметрически - оптимизируемые регуляторы их особенности и правила настройки. (20 баллов) 46. Проблема выбора интервалов дискретизации в ЦСУ и методы ее решения. (20 баллов) 47. Использование цифровых методов для ПИ регулятора в ЦСУ. (20 баллов) 48. Цифровой метод динамической компенсации. (20 баллов)

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Тестирование	Тестирование предполагает два варианта тестов из 20 и 10 вопросов по основным разделам дисциплины в открытой форме. Время выполнения не ограничено. Каждый вопрос включает несколько ответов на поставленный вопрос, один из которых является правильным, либо несколько, либо необходимо установить соответствие, либо вписать слова в определения. За каждый правильный ответ устанавливается от 0,1 до 0,5 балл. Общая сумма баллов за все правильные ответы составляет 6 баллов.
2.	Контрольная работа	Контрольная работа – письменное задание, выполняемое в условиях аудиторной работы для проверки умений применять полученные знания для решения конкретных задач определенного типа по разделу. Время выполнения в течении – 40 минут. Контрольная работа предполагает наличие определенных ответов. При оценке определяется полнота изложения материала, качество, четкость и последовательность изложения мыслей, Контрольная работа оценивается по пятибалльной шкале.
3.	Индивидуальное задание	Преподаватель проводит оценивание на основании письменного отчета с рекуррентным

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		соотношением для динамического звена и цифровых регуляторов, полученных с промежуточными выкладками, правильным полученным результатом и выводом, также учитывается срок сдачи.
4.	Защита лабораторной работы	Защита выполненной лабораторной работы осуществляется в устной форме. Преподаватель проводит оценивание на основании письменного отчета по лабораторной работе, а также ответов на заданные вопросы. По результатам защиты студент получает баллы, которые складываются их составляющих: – выполнение индивидуального задания по лабораторной работе в полном объеме; – четкость и техническая правильность оформления отчета; – уровень подготовки при защите, т.е. успешные ответы на заданные вопросы; – срок сдачи отчета.
5.	Экзамен	Экзамен по дисциплине проводится по расписанию сессии в письменной форме по билетам. Билет содержит 2 теоретических вопроса. Время выполнения 2 часа. Требование к экзамену – дать развернутые ответы на поставленные вопросы в билете. По завершению письменного экзамена преподаватель проводит собеседование с каждым студентом. Проверка способности студента осуществляется на основании ответов на билет и заданных дополнительных вопросов. Преподаватель оценивает ответы на вопросы билета в соответствии с критериями в п.3. (Шкала для оценочных мероприятий экзамена). Объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента.