

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ТОЭ	Старший преподаватель	Ерашова Ю.Н.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ТОЭ	18.05.2023	14	_____ Зав каф. ТОЭ, д.т.н., проф. Садыков М.Ф.
Согласована	ТОЭ	18.05.2023	14	_____ Зав каф. ТОЭ, д.т.н., проф. Садыков М.Ф.
Согласована	Учебно-методический совет института ИЭЭ	30.05.2023	8	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет института ИЭЭ	30.05.2023	9	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Теория и принципы построения цифровых систем управления» является приобретение знаний и практических навыков анализа и построения цифровых систем управления (ЦСУ), освоение методов математического описания элементов ЦСУ, методов повышения надежности ЦСУ, вычисление показателей надежности в различных условиях эксплуатации.

Задачами дисциплины являются: изучение основных понятий и определений, связанных со структурой и классификацией ЦСУ; практическое освоение методов математического описания линейных элементов ЦСУ; ознакомление с методиками определения статических и динамических характеристик ЦСУ; практическое освоения методов моделирования ЦСУ на ПК (ЭВМ); изучение общих принципов построения и функционирования цифровых элементов ЦСУ.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен составлять описание принципов действия и конструкции устройств цифровых систем автоматизации	ПК-2.2 Демонстрирует знания принципов работы микропроцессорных систем и способность программировать

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. _____
«Программное обеспечение и программирование в профессиональной деятельности», «Цифровая техника и электроника»

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. _____
«Цифровые системы мониторинга и управления энергообъектов»

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	98	98
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,4	50	50
Лекции	0,95	34	34
Практические (семинарские) занятия	-	-	-
Лабораторные работы	0,45	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,6	130	130
Проработка учебного материала	0,6	22	22
Курсовой проект	2	72	72

Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э
			КП

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1 Основы теории автоматического управления	23	14	4		7	ТК1	ПК-2.3, ПК-2.У
Раздел 2 Принципы построения цифровых систем управления	23	12	4		7	ТК2	ПК-2.3, ПК-2.У
Раздел 3 Цифровые САУ с микро-ЭВМ	26	8	8		8	ТК3	ПК-2.В
Курсовой проект	72				72	ОМкп	ПК-2.3, ПК-2.У, ПК-2.В
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-2.3, ПК-2.У, ПК-2.В
ИТОГО	180	34	16	-	130		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы теории автоматического управления

Тема 1.1. Общие принципы построения АСУ

Тема 1.2. Методы математического описания линейных элементов АСУ

Тема 1.3. Характеристики и модели типовых динамических звеньев АСУ

Тема 1.4. Алгоритмические схемы замкнутых АСУ и характеристики их передаточных свойств

Тема 1.5. Типовые алгоритмы управления в линейных АСУ

Тема 1.6. Анализ устойчивости в АСУ

Тема 1.6. Оценка качества управления АСУ

Тема 1.7. Методы синтеза цифровых систем

Тема 1.10. Синтез систем с минимальным временем переходного процесса

Раздел 2. Принципы построения цифровых систем управления

Тема 2.1. Общие сведения о ЦСУ

Тема 2.2. Методы исследования линеаризованных систем

Тема 2.3. Устойчивость и качество линеаризованных ЦСУ

Тема 2.4. Случайные процессы в ЦСУ

Тема 2.5. Оптимальный динамический синтез линеаризованных ЦСУ

Тема 2.6. Основы теории фильтров

Раздел 3. Цифровые САУ с микро-ЭВМ

Тема 3.1. Выбор параметров цифровых регуляторов.

Тема 3.2. Техническая реализация цифровых САУ. Типы применяемых микроЭВМ

Тема 3.3 Технические характеристики ЦАП и АЦП.

Тема 3.4. Промышленные контроллеры фирмы ОВЕН

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Составление функциональных схем САУ

Лабораторная работа 2. Разработка структурной схемы САУ.
Компьютерное моделирование САУ

Лабораторная работа 3. Исследование цифровых регуляторов на контроллере ПЛК 73 РР1У-Л

Лабораторная работа 4. Исследование цифровой САУ с регулятором, реализованным на контроллере ПЛК 73 РР1У-Л

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Темы курсового проектирования:

1. Идентификация структуры и параметров модели объекта управления по данным экспериментальных наблюдений и оценка адекватности полученной модели

2. Расчет модального управления для линейного стационарного объекта по заданному расположению корней на комплексной плоскости

3. Синтез системы стабилизации углового положения беспилотного летательного аппарата типа квадрокоптер

4. Синтез системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока

5. Математическое и компьютерное моделирование нелинейной системы стабилизации, заданной своей принципиальной схемой

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2	ПК-2.2	знать:				
		описание и свойства типовых динамических звеньев цифровых систем; методы анализа устойчивости цифровых динамических систем; методы синтеза цифровых регуляторов и наблюдателей состояния.	Демонстрирует высокий уровень знаний, глубокую проработку материала	Достаточно хорошо знает, допускает неточности	Обладает базовым уровнем знаний, допускает ошибки в изложении материала	Не ориентируется в вопросах, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		использовать различные математические модели дискретных объектов и систем управления; проверять устойчивость процессов в цифровых динамических системах различного типа; осуществлять выбор метода синтеза, исходя	Правильно умеет проектировать и исследовать современные цифровые системы управления	Достаточно хорошо знает последовательность действий при проектировании и исследовании современных цифровых систем	С трудом может проектировать и исследовать современные цифровые системы управления	Не умеет проектировать и исследовать современные цифровые системы управления

		из заданных требований к качеству работы цифровой системы автоматического управления				
		владеть:				
		методами анализа свойств цифровых объектов и систем автоматического управления; процедурами расчёта и реализации цифровых регуляторов и наблюдателей для конкретных объектов управления; методами проектирования и правилами эксплуатации цифровых систем управления.	выполняет задачи прикладного характера, связанные с построением цифровых систем управления	Достаточно хорошо выполняет задачи прикладного характера, связанные с построением цифровых систем управления, иногда допускает ошибки	С трудом выполняет задачи прикладного характера, связанные с построением цифровых систем управления, допускает много ошибок	Не владеет методами проектирования и правилами эксплуатации цифровых систем управления

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Ефанов, А. В. Теория автоматического управления / А. В. Ефанов, В. А. Ярош. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 160 с. — ISBN 978-5-507-45647-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/277061>.

2. Захахатнов, В. Г. Технические средства автоматизации : учебное пособие / В. Г. Захахатнов, В. М. Попов, В. А. Афонькина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-4111-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130159>

5.1.2. Дополнительная литература

1. Принципы построения автоматизированной системы управления технологическими процессами. Ч. 1 : учебное пособие по курсу "Электропривод в современных технологиях" / Л. Л. Измайлов, Н. К. Андреев. - Казань : КГЭУ, 2003. - 70 с. - 820. - Текст : непосредственный.

2. Принципы построения автоматизированной системы управления технологическими процессами. Ч. 2 : учебное пособие / Л. Л. Измайлов, Н. К. Андреев. - Казань : КГЭУ, 2003. - 98 с. - 1055. - Текст : непосредственный.

3. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) : учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-1994-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205955>.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система «iBooks.ru» <https://ibooks.ru/>

3. Электронно-библиотечная система «book.ru» <https://www.book.ru/>

4. Энциклопедии, словари, справочники <http://www.rubricon.com>

5. Портал «Открытое образование» <http://npod.ru>

6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Book On Lime bookonlime.ru

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

3. Техническая библиотека <http://techlibrary.ru>

1. Book On Lime bookonlime.ru

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

3. Техническая библиотека <http://techlibrary.ru>

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Starter) Пользовательская операционная система ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно

2. Windows 7 Профессиональная (Pro) Пользовательская операционная система ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно

3. MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License) Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений. ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно

4. Simulink Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License) Графическая среда имитационного моделирования ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно

5. LabVIEW Professional Development System for Windows Среда графического программирования и разработки приложений ЗАО "СофтЛайнТрейд" 2013.39442 Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Автоматических систем управления», А-304	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: лабораторный стенд НТЦ-09 (4 шт.); комплект лабораторного оборудования «Электрические аппараты» (2 шт.); проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, учебный стенд "ЕКФ" (4 шт.); контроллер ПЛК 73 PP1Y-L; СПК207-24.03.00-CS
	Компьютерный класс с выходом в Интернет А-309	Специализированная учебная мебель,

		технические средства обучения (мультимедийный проектор Vivitek <u>1 шт.</u> , компьютеры в комплекте с мониторами 11 шт.), лицензионное программное обеспечение (среда CODESYS)
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта (курсовой работы) <u>А-309</u> (указывается при наличии КР/КП и такой аудитории)	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор Vivitek <u>1 шт.</u> , компьютеры в комплекте с мониторами 11 шт.), компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение (среда CODESYS)

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения

о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении

профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного

отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.02.04.03 Теория и принципы построения цифровых систем управления
(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Семестр 7 (курсовой проект)

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 2. « Принципы построения цифровых систем управления »	ТК2			30	0-20			30-50	30-50
Отчет по самостоятельной работе				30					
Раздел 3. « Цифровые САУ с микро-ЭВМ »	ТК3					25	0-25	25-50	25-50
Отчет по самостоятельной работе						25			
Промежуточная аттестация (экзамен, КП)	ОМ кп								0-45
Пояснительная записка									0-15
Защита КП									0-30

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.2	<p>знать:</p> <p>описание и свойства типовых динамических звеньев цифровых систем; методы анализа устойчивости</p>	Демонстрирует высокий уровень знаний, глубокую проработку материала	Достаточно хорошо знает, допускает неточности	Обладает базовым уровнем знаний, допускает ошибки в изложении материала	Не ориентируется в вопросах, допускает грубые ошибки

		цифровых динамических систем; методы синтеза цифровых регуляторов и наблюдателей состояния.				
		уметь:				
		использовать различные математические модели дискретных объектов и систем управления; проверять устойчивость процессов в цифровых динамических системах различного типа; осуществлять выбор метода синтеза, исходя из заданных требований к качеству работы цифровой системы автоматического управления	Правильно умеет проектировать и исследовать современные цифровые системы управления	Достаточно хорошо знает последовательность действий при проектировании и исследовании современных цифровых систем	С трудом может проектировать и исследовать современные цифровые системы управления	Не умеет проектировать и исследовать современные цифровые системы управления
		владеть:				

		методами анализа свойств цифровых объектов и систем автоматического управления; процедурами расчёта и реализации цифровых регуляторов и наблюдателей для конкретных объектов управления; методами проектирования и правилами эксплуатации цифровых систем управления.	выполняет задачи прикладного характера, связанные с построением цифровых систем управления	Достаточно хорошо выполняет задачи прикладного характера, связанные с построением цифровых систем управления, иногда допускает ошибки	С трудом выполняет задачи прикладного характера, связанные с построением цифровых систем управления, допускает много ошибок	Не владеет методами проектирования и правилами эксплуатации цифровых систем управления
--	--	---	--	---	---	--

Оценка **«отлично»** по дисциплине выставляется за выполнение лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание методов анализа свойств цифровых объектов и систем автоматического управления; полные и содержательные ответы на вопросы билета;

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; понимание методов анализа свойств цифровых объектов и систем автоматического управления; ответы на вопросы билета;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение лабораторных работ в семестре, тестового задания;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение лабораторных работ в семестре.

Оценка **«отлично»** по курсовому проектированию выставляется: за выполнение в соответствии с требованиями стандарта ЕСК; изложение материала отличается логической последовательностью и полностью соответствует заданию; курсовая работа выполняется в соответствии с графиком, в работе использована специальная литература и нормативные документы; курсовая работа выполнена по исходным данным в

соответствии с вариантом и содержит элементы самостоятельного исследования; при защите курсовой работы учащийся демонстрирует комплексные знания по теме курсовой работы, отвечает на все поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется: за выполнение в соответствии с требованиями стандарта ЕСКД; изложение материала отличается логической последовательностью и полностью соответствует заданию; курсовая работа выполняется в соответствии с графиком, в работе использована специальная литература и нормативные документы; курсовая работа выполнена по исходным данным в соответствии с вариантом и содержит элементы самостоятельного исследования; при защите курсовой работы учащийся демонстрирует знание вопросов по теме курсовой работы, отвечает на поставленные вопросы с незначительными ошибками.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: за выполнение в соответствии с требованиями стандарта ЕСКД; изложение материала полностью соответствует заданию; имеются незначительные недоработки при написании разделов курсовой работы; учащийся нарушал график выполнения курсовой работы; учащийся затрудняется при ответе на два - три вопроса при защите курсовой работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: содержание курсовой работы частично не соответствует заданию данной темы, нарушены требования стандарта ЕСКД при оформлении курсовой работы; имеются существенные недоработки при написании разделов курсовой работы.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов	Перечень заданий и вопросов для защиты

	лабораторной работы по отчету	лабораторной работы, перечень требований к отчету
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-2, ПК-2.2

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Какие из приведенных задач управления относятся к задачам регулирования?	1) Параметрическая перенастройка 2) Переалгоритмизация 3) Реконфигурация структурных связей 4) Стабилизация 5) Терминальное управление 6) Слежение 7) Фinitное управление 8) Программное управление 9) Экстримальное управление
Каковы должны быть в идеале изменения управляемой переменной объекта $y(t)$ при задающем воздействии $y_3(t)$ и реализации для него задач слежения?	1) $y(t) \rightarrow y_3(t)$ 2) $y(t) \equiv y_3(t)$ 3) $y_3(t) \rightarrow y(t)$ 4) $y_3(t) - y(t) = \min$ 5) $y_3(t) - y(t) \rightarrow 0$
В функции каких величин реализуется жесткое управление объектом с целью поддержания его управляемой переменной $y(t)$ на уровне $y_3 = \text{const}$ при действии на него возмущения $f(t)$?	1) $u = u(y_3)$ 2) $u = u(y, t)$ 3) $u = u(y_3, y, t)$ 4) $u = u(y_3, f, t)$ 5) $u = u(y_3, y, f)$
Можно ли реализовать принципы управления по отклонению, не имея текущей информации о возмущающих воздействиях на объект управления?	1) можно 2) нельзя 3) недостаточно данных
Текущая информация, о каких переменных объекта управления необходима для реализации регулирования по отклонению?	1) о регулируемых переменных 2) о внешних воздействиях 3) об управляющих воздействиях 4) о регулируемых переменных и внешних воздействиях 5) о регулируемых переменных и

разгона?

7. Запишите уравнение единичной функции.

8. Дайте определение импульсной переходной функции.

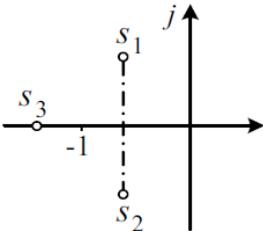
Требование к отчету:

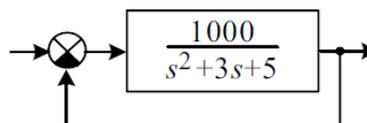
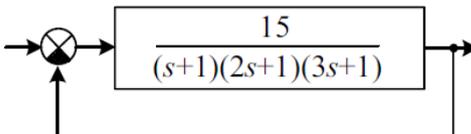
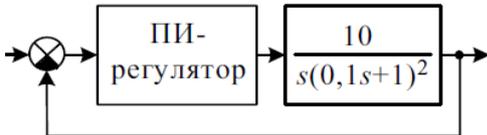
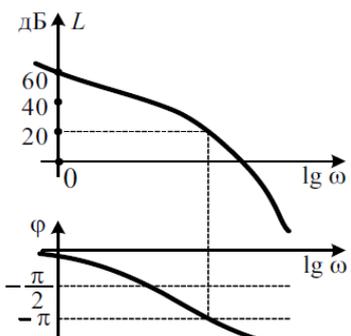
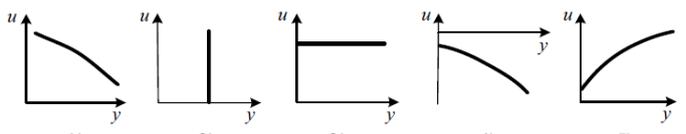
Исходные данные в виде таблицы; структурную схему исследуемой системы; графики переходных процессов на выходе каждого звена, полученные: а) при ступенчатом входном воздействии; б) при импульсном входном воздействии; значения параметров передаточных функций типовых линейных звеньев, определенные графическим способом.

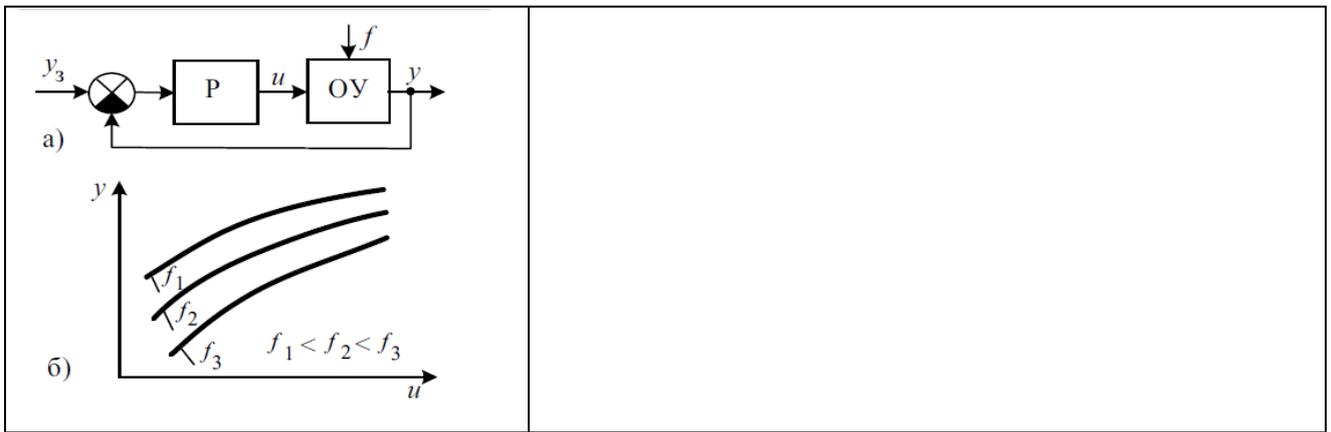
Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-2, ПК-2.2

Тест

Вопрос	Варианты ответа
Если все корни характеристического уравнения линеаризованной математической модели системы, записанной относительно анализируемого на устойчивость состояния равновесия (процесса), имеют отрицательные вещественные части, то что можно гарантированно утверждать относительно устойчивости этого состояния равновесия (процесса)?	1) состояние равновесия (процесса) устойчиво «в малом» 2) состояние равновесия (процесса) устойчиво «в большом» 3) состояние равновесия (процесса) устойчиво «в целом» 4) недостаточно данных
Какому требованию должна удовлетворять переходная функция $h(t)$ устойчивой системы	1) $\lim_{t \rightarrow 0} h(t) = \text{const}$; 2) $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = \text{const}$; 3) $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = \infty$; 4) $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = 0$.
Устойчива ли линейная непрерывная система третьего порядка с расположением корней характеристического уравнения 	1) устойчива; 2) неустойчива; 3) на границе устойчивости; 4) мало данных.
Устойчивость замкнутых или разомкнутых систем можно оценивать, используя алгебраические критерии устойчивости Гурвица и Рауса?	1) только замкнутых 2) только разомкнутых 3) и замкнутых и разомкнутых
Необходимым или достаточным условием устойчивости системы -го порядка при 3 является одинаковость знаков всех коэффициентов его характеристического уравнения?	1) достаточным 2) необходимым 3) необходимым и достаточным

<p>Устойчива ли система, операторная схема которой изображена на рисунке</p> 	<p>1) устойчива 2) неустойчива 3) на границе устойчивости 4) недостаточно данных</p>
<p>Определите критический коэффициент передачи системы, операторно-структурная схема которой представлена на рисунке</p> 	<p>1) 11; 2) 10; 3) 1; 4) 8; 5) ∞</p>
<p>Стабилизируема ли система автоматического регулирования, операторно-структурная схема которой представлена на рисунке, при использовании в ней ПИ-регулятора</p> 	<p>1) стабилизируема 2) не стабилизируема 3) недостаточно данных</p>
<p>Даны для замкнутой САР с единичной отрицательной обратной связью её логарифмические частотные характеристики в разомкнутом состоянии, представлена на рисунке. Определите ближайшее значение к величине её критической добротности по скорости в разомкнуто состоянии</p> 	<p>1) ∞; 2) 1; 3) 10; 4) 100; 5) 1000</p>
<p>Какой должна быть статическая характеристика $u(y)$ регулятора Р в астатической по возмущению f системе автоматической стабилизации (рис а), если регулировочная характеристика $y(u)$ объекта регулирования ОУ имеет представленный на рисунке б вид?</p>	 <p>1) 2) 3) 4) 5)</p>



Отчет по лабораторной работе 2. Разработка структурной схемы САУ.
Компьютерное моделирование САУ

Перечень вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Какую структурную схему называют схемой с последовательным соединением звеньев?
2. По какому выражению определяют передаточную функцию системы с последовательным соединением звеньев? Доказать справедливость высказанного положения.
3. Как определяется передаточная функция системы с наличием положительной или отрицательной обратной связи?
4. Чему равен коэффициент усиления при последовательном соединении звеньев?

Требование к отчету:

Исходные данные в виде таблицы; структурную схему исследуемой системы; графики переходных процессов на выходе каждого звена, полученные: а) при ступенчатом входном воздействии; б) при импульсном входном воздействии; значения параметров передаточных функций типовых линейных звеньев, определенные графическим способом.

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-2, ПК-2.2

Тест

Вопрос	Варианты ответа
Какой вид квантования имеет место в цифровой САУ	1) квантование отсутствует 2) по времени и по уровню 3) по уровню 4) по времени
При помощи какого элемента в эквивалентной схеме цифровой системы учитывается квантование по уровню	1) импульсного элемента 2) релейного элемента 3) многоступенчатого релейного элемента

Комплекс программных и аппаратных средств, который предназначен для управления различными процессами на предприятии или производстве называются...	<ol style="list-style-type: none"> 1) Системой обработки информации 2) Системой сбора информации 3) Автоматизированной системой управления
Если автоматизируемый процесс связан с обработкой информации, то такая система называется	<ol style="list-style-type: none"> 1) Автоматизированной информационной системой 2) Системой автоматической обработки информации 3) Цифровой системой информации
Автоматизация	<ol style="list-style-type: none"> 1) Повышает уровень внимания 2) Понижает ответственность персонала 3) Повышает требования к квалификации персонала
Автоматизированные информационные системы	<ol style="list-style-type: none"> 1) Требуется постоянное присутствие персонала <p>Присутствие персонала требуется в определенных ситуациях в зависимости 2) от ситуации</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) Персонал нужен в начале и конце рабочего дня
Укажите название домашнего электрического устройства, работающего по определенному циклу и имеющего в своем составе: компрессор, датчик температуры и регулятор температуры?	<ol style="list-style-type: none"> 1) Свч печь 2) Телевизор 3) Холодильник
Микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами и обработки информации, называется	<ol style="list-style-type: none"> 1) операционный усилитель 2) микропроцессорное устройство 3) аналоговый фильтр
Интеллектуальный датчик - это...	<ol style="list-style-type: none"> 1) адаптивные датчики, содержащие в себе изменяемые по внешним сигналам алгоритмы работы и параметры, и в которых, кроме этого, реализована функция метрологического самоконтроля 2) датчик, имеющий выходной токовый сигнал 3) датчик с ЖКдисплеем
Устройство со встроенной электроникой, включающей в себя: первичный преобразователь, АЦП, микропроцессорный блок, цифровой интерфейс с поддержкой сетевых протоколов для коммуникации, называется...	<ol style="list-style-type: none"> 1) интеллектуальный датчик 2) преобразователь 3) логический контроллер

Отчет по лабораторной работе 3. Исследование цифровых регуляторов на контроллере ПЛК 73 RP1U-L

Перечень вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Что такое программируемый контроллер?
2. Область применения ПЛК
3. Отличия ПЛК от других электронных приборов?
4. Рабочий цикл ПЛК?
5. Виды входов сигнала в ПЛК?
6. Дискретный вход ПЛК
7. По какому закону формируется выходной сигнал ПИД-регулятора?
5. Что представляет собой пропорциональная, интегральная и дифференциальная составляющие выходного сигнала ПИД-регулятора?
8. Как во времени изменяется выходной сигнал ПИД-регулятора при постоянном входном сигнале рассогласования.
9. В каком случае может наступить состояние равновесия в замкнутой системе регулирования с ПИД-регулятором?

Требование к отчету:

В отчете должны содержаться описание команд использованных в выполнении заданий и программы написанные по заданным в задании алгоритмам

Отчет по лабораторной работе 4. Исследование цифровой САУ с регулятором, реализованным на контроллере ПЛК 73 PP1Y-L

Перечень вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Как настраивается ПЛК 73 PP1Y-L
2. Какие входы имеет ПЛК 73 PP1Y-L
3. Какие выходы имеет ПЛК 73 PP1Y-L
4. Какие типы сетевые интерфейсные каналы имеет ПЛК 73 PP1Y-L?
5. Какие типы датчиков подсоединяются к ПЛК 73 PP1Y-L?

Требование к отчету:

В отчете должны содержаться описание назначения и возможностей прибора ПЛК 150-УЛ, программу на одном из предлагаемых языков.

Для промежуточной аттестации:

Курсовой проект (ОМкп)

Темы курсового проектирования:

1. Идентификация структуры и параметров модели объекта управления по данным экспериментальных наблюдений и оценка адекватности полученной модели
2. Расчет модального управления для линейного стационарного объекта по заданному расположению корней на комплексной плоскости
3. Синтез системы стабилизации углового положения беспилотного летательного аппарата типа квадрокоптер
4. Синтез системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока
5. Математическое и компьютерное моделирование нелинейной системы стабилизации, заданной своей принципиальной схемой

Требования к пояснительной записке:

Проект представляется в виде двух частей – графической и текстовой. Графические материалы состоят из одного листа форматом А3 (не менее), на котором представлена функциональная схема автоматизации технологического процесса.

Текстовая часть представляет собой пояснительную записку объемом не более 15÷20 листов рукописного текста.

Пояснительная записка должна содержать: титульный лист; задание; содержание; введение (актуальность темы, преимущества автоматизации); основная часть; заключение; список использованных источников.

Защита КП:

Проект представляется в виде краткого доклада и презентации; предусматривает ответы на вопросы комиссии.

Вопросы по тематикам КП:

1. Функциональная схема цифровой системы автоматического управления.
2. Основные понятия цифровых систем управления.
3. Элементы комбинированной системы управления.
4. Динамические характеристики линейных импульсных систем управления (ЛИС).
5. Понятие разностных уравнений.
6. Получение разностных уравнений через переходные функции.
7. Приближенный способ получения разностных уравнений.
8. Экстраполятор нулевого порядка. Функциональная схема экстраполятора нулевого порядка.
9. Аналитическая модель формирующего фильтра.
10. Вывод передаточной функции формирующего фильтра.
11. Структурная схема экстраполятора нулевого порядка.
12. Свойства дискретных передаточных функций.
13. Коэффициент усиления статического объекта.
14. Переход от передаточной функции к разностному уравнению.
15. Обратное Z-преобразование.
16. Правила преобразования структурных схем линейных дискретных систем.
17. Последовательное соединение двух дискретных звеньев.
18. Последовательное соединение двух непрерывных звеньев, разделенных экстраполяторами нулевого порядка.
19. Последовательное соединение двух непрерывных звеньев.
20. Устойчивость линейных цифровых систем. Общее условие устойчивости.
21. Геометрическая интерпретация общего условия устойчивости.
22. Критерии: Шура, Шур-Кона.
23. Билинейное преобразование. Процедура использования билинейного преобразования.
24. Теорема Котельникова-Шеннона.

25. Преобразование Тастина. Порядок проведения преобразований Тастина.
26. Синтез линейных цифровых системах. Задача синтеза.
27. Критерии эффективности цифровых САУ
28. Управляемость линейных импульсных систем.
29. Управляемость многоканального объекта.
30. Наблюдаемость линейных импульсных систем.
31. Наблюдаемость многоканального объекта.
32. Модальный метод синтеза. Операторная процедура. Астатическая процедура.
33. Статическая процедура модального метода синтеза.
34. Матричная процедура модального метода синтеза.
35. Реализация статики в многоканальной системе.
36. Синтез одноканальных астатических систем с использованием матричной процедуры.
37. Реализация цифровых САУ.
38. ПЛК и среды их программирования.
39. Устройства ввода-вывода.
40. Интерфейсы АСУ ТП.

Экзамен (ОМ)



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электроэнергетики и электроники

Кафедра «Теоретические основы электротехники

Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем управления»

Билет № 1

1. Основные понятия цифровых систем управления.
2. Аналитическая модель формирующего фильтра.

Зав. кафедрой ТОЭ _____
подпись

Садыков М.Ф.



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электроэнергетики и электроники

Кафедра «Теоретические основы электротехники

Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем управлени »

Билет № 2

1. Вывод передаточной функции формирующего фильтра.

2. Свойства дискретных передаточных функций.

Зав. кафедрой ТОЭ _____
подпись

Садыков М.Ф.



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электроэнергетики и электроники

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем
управления»

Билет № 3

1. Переход от передаточной функции к разностному уравнению.
2. Устойчивость линейных цифровых систем. Общее условие устойчивости.

Зав. кафедрой ТОЭ _____
подпись

Садыков М.Ф.



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электроэнергетики и электроники

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем
управления»

Билет № 4

1. Правила преобразования структурных схем линейных дискретных систем.
2. Геометрическая интерпретация общего условия устойчивости.

Зав. кафедрой ТОЭ _____
подпись

Садыков М.Ф.



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электроэнергетики и электроники

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем
управления»

Билет № 5

1. Критерии эффективности цифровых САУ

2. Модальный метод синтеза. Операторная процедура. Астатическая процедура.
Зав. кафедрой ТОЭ _____ Садыхов М.Ф.
подпись



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт электроэнергетики и электроники
Кафедра «Теоретические основы электротехники»
Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем
управления»

Билет № 6

1. Статическая процедура модального метода синтеза.
2. Реализация цифровых САУ

Зав. кафедрой ТОЭ _____
подпись

Садыхов М.Ф.



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт электроэнергетики и электроники
Кафедра «Теоретические основы электротехники»
Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем
управления»

Билет № 7

1. Основные понятия цифровых систем управления.
2. Наблюдаемость многоканального объекта.

Зав. кафедрой ТОЭ _____
подпись

Садыхов М.Ф.



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт электроэнергетики и электроники
Кафедра «Теоретические основы электротехники»
Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем
управления»

Билет № 8

1. Элементы комбинированной системы управления.
2. Последовательное соединение двух непрерывных звеньев.

Зав. кафедрой ТОЭ _____
подпись

Садыхов М.Ф.



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электроэнергетики и электроники

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем
управления»

Билет № 9

1. Функциональная схема цифровой системы автоматического управления.
 2. Динамические характеристики линейных импульсных систем управления.
- Зав. кафедрой ТОЭ _____ Садыков М.Ф.

подпись



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электроэнергетики и электроники

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

Экзамен по дисциплине «Теория и принципы построения цифровых систем
управления»

Билет № 10

1. Коэффициент усиления статического объекта.
2. Реализация цифровых САУ.

Зав. кафедрой ТОЭ _____

Садыков М.Ф.

подпись