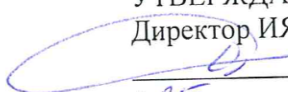


УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов

«25» 06 2020г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Направление подготовки/ специальность	14.05.04 Электроника и автоматика физических установок
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроника и автоматика физических установок
Специализация	Системы управления технологическими процессами и физическими установками
Уровень образования	высшее образование - специалитет
Заведующий кафедрой - руководитель отделения	 А.Г. Горюнов
на правах кафедры	
Руководитель ООП	 А.Г. Горюнов

2020 г.

1. Паспорт государственного экзамена

1.1. Обобщенная структура государственного экзамена по направлению 14.05.04 «Электроника и автоматика физических установок» (специализация «Системы управления технологическими процессами и физическими установками»):

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)		Вопросы государственного экзамена
		Код	Наименование	
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.B7	Владеет методами исследования технологических процессов и физических установок, подверженных влиянию случайных воздействий	Статистические методы построения динамических моделей промышленных объектов управления.
		ОПК(У)-1.У7	Умеет планировать, проводить экспериментальные исследования и обрабатывать их результаты с целью построения регрессионных моделей промышленных объектов управления	Построение матриц планирования полного факторного эксперимента типа 2п. Свойства матрицы планирования ПФЭ типа 2п. Вычисление коэффициентов линейного уравнения регрессии по планам ПФЭ типа 2п.
		ОПК(У)-1.37	Знает статистические методы планирования экспериментов	Статистические методы планирования экспериментов. Основные термины и понятия. Параметры оптимизации и их классификация. Факторы, требования, предъявляемые к ним. Модель объекта.
		ОПК(У)-1.B8	Владеет опытом анализа работы простейших электронных устройств.	Работа рп-перехода в прямом и обратном направлении
		ОПК(У)-1.У8	Умеет применять основные законы электротехники и электродинамики в процессе анализа работы простейших электронных устройств	Энергетические уровни и зоны в проводниках, полупроводниках и диэлектриках
		ОПК(У)-1.38	Знает основные соотношения и параметры, характеризующие работу простейших электронных устройств.	Полупроводниковые диод и стабилитрон (устройство, принцип работы). Биполярный транзистор (устройство, принцип работы, характеристики).
		ОПК(У)-1.B9	Владеет опытом проектирования простейших электронных устройств	Однополупериодный и двухполупериодный выпрямитель, параметрический стабилизатор на стабилитроне (схемы, принцип работы, характеристики, временные диаграммы работы).
		ОПК(У)-1.У9	Умеет выбирать необходимые электронные компоненты в процессе проектирования и создания простейших электронных устройств	Работа рп-перехода в прямом и обратном направлении
		ОПК(У)-1.39	Знает принципы	Механизм собственной и

			функционирования основных электронных компонентов	примесной электропроводности полупроводников.
		ОПК(У)-1.B13	Владеет методами дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций	Методики получения рекуррентных соотношений.
		ОПК(У)-1.Y13	Умеет получать рекуррентные соотношения из передаточных функций с целью реализации цифровых регуляторов на ЭВМ для промышленных объектов управления	Получение рекуррентного соотношения ПИ регулятора методом Фаулера (на основе метода трапеций).
		ОПК(У)-1.313	Знает математический аппарат цифровых систем управления	Передаточные функции ЦСУ, структурные схемы и правила преобразования структурных схем.
ОПК(У)-2	Способен применять математический аппарат и вычислительную технику для решения профессиональных задач	ОПК(У)-2.B7	Владеет методами математического описания, анализа и синтеза систем автоматического управления	Составление дифференциального уравнения САУ по дифференциальным уравнениям звеньев. Дифференциальные уравнения САУ относительно управляемой координаты и относительно сигнала рассогласования. Охарактеризовать дифференциальные операторы левых и правых частей этих уравнений.
		ОПК(У)-2.Y7	Умеет составлять математическую модель автоматической системы управления	Передаточная функция динамического звена: -изображение дифференциального уравнения звена; -понятие передаточной функции звена; -передаточные функции САУ по управляющему и возмущающему воздействиям. Описание динамических звеньев и систем автоматического управления с помощью временных характеристик. За счет использования какого звена можно снизить порядок дифференциального уравнения, описывающего динамику реального звена. Дать описание этого звена.
		ОПК(У)-2.37	Знает математические модели функциональных элементов и замкнутых систем автоматического управления	Составление дифференциального уравнения САУ по дифференциальным уравнениям звеньев. Дифференциальные уравнения САУ относительно управляемой

				координаты и относительно сигнала рассогласования. Охарактеризовать дифференциальные операторы левых и правых частей этих уравнений. Передаточная функция динамического звена: -изображение дифференциального уравнения звена; -понятие передаточной функции звена; -передаточные функции САУ по управляющему и возмущающему воздействиям.
		ОПК(У)-2.В8	Владеет навыками проектирования с использованием инструментального программного обеспечения SCADA - системы TracerMode при проектировании АСУ ТП	Уровни функциональной организации АСУ ТП. Требования к системному и прикладному программному обеспечению АСУ ТП. Понятие реального времени. Структура и основные характеристики операционных систем реального времени.
		ОПК(У)-2.У8	Умеет разрабатывать программное обеспечение пультов оператора и других узлов распределенной АСУ ТП с использованием специализированного инструментального обеспечения из состава SCADA-систем	Уровни функциональной организации АСУ ТП. Требования к системному и прикладному программному обеспечению АСУ ТП. Понятие реального времени. Структура и основные характеристики операционных систем реального времени.
		ОПК(У)-2.38	Знает структуру операционных систем, инструментальное программное обеспечение для разработки систем технологического мониторинга, принципы построения распределенных систем автоматизации	Уровни функциональной организации АСУ ТП. Требования к системному и прикладному программному обеспечению АСУ ТП. Понятие реального времени. Структура и основные характеристики операционных систем реального времени.
		ОПК(У)-2.В9	Владеет навыками использования информационных характеристик для оценки параметров информационно - измерительных, вычислительных систем и систем управления и передачи информации	Энтропия случайных объектов с дискретным и непрерывным множеством возможных состояний. Единицы измерения энтропии и ее основные свойства. Связь между энтропией и количеством информации.
		ОПК(У)-2.У9	Умеет решать задачи первичной обработки информации, использовать информационные	Понятие количества информации. Количество информации по Р.Хартли и К. Шеннону.

			характеристики при создании автоматизированных систем	Ограничения, в рамках которых выведены данные оценки количества информации.
		ОПК(У)-2.39	Знает принципы построения информационно - измерительных систем, их техническую базу, математическое и информационное обеспечение	Типовые структуры измерительных каналов. Элементы, составляющие структуру измерительного канала их характеристики, типы, принципы построения. Помехи в измерительных каналах и способы их устранения.
		ОПК(У)-2.В12	Владеет опытом применения специализированного программного обеспечения для моделирования работы проектируемых простейших электронных устройств	Однополупериодный и двухполупериодный выпрямитель, параметрический стабилизатор на стабилитроне (схемы, принцип работы, характеристики, временные диаграммы работы).
		ОПК(У)-2.У12	Умеет применять специализированное программное обеспечения для расчета режимов работы проектируемых простейших электронных устройств	Каскад с общей базой (схема, характеристики, Т-образные схемы замещения). Каскад с общим эмиттером (схема, характеристики, Т-образные схемы замещения).
		ОПК(У)-2.312	Знает основные методы обработки результатов вычислительных экспериментов	Работа рп-перехода в прямом и обратном направлении
ОПК(У)-3	Способен использовать языки, системы и инструментальные средства программирования в профессиональной деятельности	ОПК(У)-3.В5	Владеет опытом проектирования программного обеспечения микропроцессорных контроллеров с использованием языков технологического программирования	Назначение, структура и основные функции SCADA-систем. Разработка графического интерфейса оператора автоматизированной системы. Требования инженерной психологии и ГОСТ к информационной модели объекта
		ОПК(У)-3.У5	Умеет применять программируемые микропроцессорные контроллеры в системах управления технологическими процессами	Назначение, структура и основные функции SCADA-систем. Разработка графического интерфейса оператора автоматизированной системы. Требования инженерной психологии и ГОСТ к информационной модели объекта
		ОПК(У)-3.35	Знает международные стандарты на промышленные программируемые микропроцессорные контроллеры, их техническую структуру, функциональные характеристики,	Назначение, структура и основные функции SCADA-систем. Разработка графического интерфейса оператора автоматизированной системы. Требования

			инструментальные системы программирования	инженерной психологии и ГОСТ к информационной модели объекта
ОПК(У)-4	Способен применять достижения современных коммуникационных и информационных технологий для поиска и обработки больших объемов информации по профилю деятельности	ОПК(У)-4.B2	Владеет опытом применения современных информационных технологий для поиска и выбора необходимых электронных компонентов для проектирования и создания электронных устройств	Каскад с общей базой (схема, характеристики, Т-образные схемы замещения). Каскад с общим эмиттером (схема, характеристики, Т-образные схемы замещения).
		ОПК(У)-4.У2	Умеет применять современные информационные технологии для получения нормативной документации и информации справочного характера, необходимых в процессе проектирования и создания электронных устройств.	Каскад с общей базой (схема, характеристики, Т-образные схемы замещения). Каскад с общим эмиттером (схема, характеристики, Т-образные схемы замещения).
		ОПК(У)-4.32	Знает основные методы поиска информации, необходимой в процессе проектирования и создания электронных устройств	Определение и стабилизация положения рабочей точки биполярного транзистора на примере каскада с общим эмиттером.
ОПК(У)-5	Способен применять методы научно-исследовательской и практической деятельности	ОПК(У)-5.35	Знает принципы проектирования цифровых и аналоговых современных технических средств управления	Преобразователи на операционных усилителях (дифференцирующие и интегрирующие устройства, преобразователи напряжение-ток и ток-напряжение). Их схемы, принцип действия, характеристики (с выводом формул) и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов. Триггеры, счетчики, регистры, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры (определения, обозначения, классификация, принцип работы и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов). Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи (определения, обозначения, принцип работы, примеры реализации и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
		ОПК(У)-5.B6	Владеет основными подходами и методами организации проведения	Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная

			теоретических и экспериментальных исследований	эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей).
		ОПК(У)-5.У6	Умеет применять полученные знания к решению конкретных задач	Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на полевых транзисторах всех типов и комбинированных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
		ОПК(У)-5.36	Знает основные подходы и методы научных исследований в области профессиональной деятельности	Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
		ОПК(У)-5.37	Знает принципы проектирования цифровых и аналоговых современных технических средств измерения электрических величин	Преобразователи на операционных усилителях (дифференцирующие и интегрирующие устройства, преобразователи напряжение-ток и ток-напряжение). Их схемы, принцип действия, характеристики (с выводом формул) и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов. Триггеры, счетчики, регистры, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры (определения, обозначения, классификация, принцип работы и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов). Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи

				(определения, обозначения, принцип работы, примеры реализации и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
		ОПК(У)-5.B8	Владеет основными методами организации проведения исследований	Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей).
		ОПК(У)-5.У8	Умеет интерпретировать результаты измерений, полученных в ходе экспериментальных исследований	Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на полевых транзисторах всех типов и комбинированных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
		ОПК(У)-5.38	Знает основные методы научных исследований в области профессиональной деятельности	Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
ПК(У)-2	Способен к освоению новых образцов физических установок	ПК(У)-2.B1	Владеет приемами качественного и количественного анализа характеристик при выборе электрических элементов АСУ для конкретных условий применения	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления
		ПК(У)-2.У1	Умеет определять структуру динамических моделей электрических элементов и их параметры по результатам анализа характеристик	Идентификация статических и динамических характеристик элементов систем управления. Основные понятия и методы.
		ПК(У)-2.31	Знает основные виды математического описания и характеристик электрических элементов САУ	Основные уравнения и передаточные функции описывающие элементы САУ.

		ПК(У)-2.В4	Владеет современными программно-техническими средствами при выполнении теоретических и экспериментальных исследований	Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
		ПК(У)-2.У4	Умеет применять технические средства и информационные технологии для проведения теоретических и экспериментальных исследований.	Преобразователи на операционных усилителях (дифференцирующие и интегрирующие устройства, преобразователи напряжение-ток и ток-напряжение). Их схемы, принцип действия, характеристики (с выводом формул) и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов. Триггеры, счетчики, регистры, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры (определения, обозначения, классификация, принцип работы и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов). Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи (определения, обозначения, принцип работы, примеры реализации и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
		ПК(У)-2.34	Знает основные технические средства и информационные технологии применяемые в области АСУ ТП и АСНИ	Триггеры, счетчики, регистры, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры (определения, обозначения, классификация, принцип работы и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
		ПК(У)-2.В5	Владеет современными программно-техническими средствами при выполнении теоретических и экспериментальных исследований	Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах; перечислить их

			исследований	достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
		ПК(У)-2.У5	Умеет применять технические средства и информационные технологии для проведения экспериментальных исследований.	Преобразователи на операционных усилителях (дифференцирующие и интегрирующие устройства, преобразователи напряжение-ток и ток-напряжение). Их схемы, принцип действия, характеристики (с выводом формул) и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов. Триггеры, счетчики, регистры, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры (определения, обозначения, классификация, принцип работы и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов). Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи (определения, обозначения, принцип работы, примеры реализации и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
		ПК(У)-2.35	Знает основные технические средства и информационные технологии, применяемые в области АСУ ТП и АСНИ	Триггеры, счетчики, регистры, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры (определения, обозначения, классификация, принцип работы и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
ПК(У)-3	Способен выполнять полный объем работ, связанных с техническим обслуживанием автоматизированных систем управления физическими	ПК(У)-3.В1	Владеет навыками анализа документации, регламентирующей технологическую дисциплину на предприятии (по отраслям)	Выполнение схемы автоматизации (ФСА по ГОСТ 21.404-85) развернутым способом, привести пример с 7-ю различными измерениями (2 прибора по месту, 5 на щите)
		ПК(У)-3.У1	Умеет разрабатывать функциональные схемы	Выполнение схемы автоматизации (ФСА по

	установками с учетом требований руководящих и нормативных документов		автоматизации	ГОСТ 21.404-85) развернутым способом, привести пример с 7-ю различными измерениями (2 прибора по месту, 5 на щите)
		ПК(У)-3.31	Знает принципы проектирования цифровых и аналоговых современных технических средств управления	Условия снятия переходной характеристики. Идентификация статического и астатического объекта по кривой разгона. Выбор типа автоматического регулятора.
		ПК(У)-3.У2	Умеет выбирать технические средства автоматизации, исполнительные механизмы, регулирующие органы и приборы оперативного измерения в соответствии с индивидуальными особенностями автоматизируемого технологического процесса	Исполнительные устройства САУ (РО и ИМ): электрические, пневматические и гидравлические (принцип действия, достоинства и недостатки, область применения). Характеристики дроссельных регулирующих органов.
		ПК(У)-3.32	Знает принципы функционирования и использования современных технических средств управления, используемых в системах промышленной автоматики технологических процессов химических производств	Автоматические регуляторы. Классификация автоматических регуляторов. Линейные и позиционные регуляторы.
		ПК(У)-3.В3	Владет существующими методиками настройки, наладки, испытаний приборов контроля и управления АСУ ТП ядерных энергетических установок	Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСР
		ПК(У)-3.У3	Умеет выбирать приборы контроля и управления в соответствии с техническим заданием на проектирование АСУ ТП ядерных энергетических установок	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСР. Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
		ПК(У)-3.33	Знает основы функционирования приборов контроля и управления АСУ	Составить структурную схему управления мощностью реактора

			ТП ядерных энергетических установок	ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АKNП, АPM-5, POM-2, ЭГCP
		ПК(У)-3.В4	Владеет существующими методиками настройки, наладки, испытаний приборов контроля и управления АСУ ТП производств ядерного топливного цикла	Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АKNП, АPM-5, POM-2, ЭГCP
		ПК(У)-3.У4	Умеет выбирать приборы контроля и управления в соответствии с техническим заданием на проектирование АСУ ТП производств ядерного топливного цикла	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АKNП, АPM-5, POM-2, ЭГCP. Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
		ПК(У)-3.34	Знает основы функционирования приборов контроля и управления АСУ ТП производств ядерного топливного цикла	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АKNП, АPM-5, POM-2, ЭГCP
ПК(У)-4	Способен отыскивать и устранять неисправности на физических установках	ПК(У)-4.В1	Владеет приемами составления схем включения основных электрических элементов САУ	Схемы включения двигателей постоянного тока с электромагнитным возмущением
		ПК(У)-4.У1	Умеет проектировать схемы включения основных электрических элементов САУ	Структурная схема и временные диаграммы тиристорного привода постоянного тока.
		ПК(У)-4.31	Знает устройство, принцип действия, схемы включения, типовые характеристики, виды математического описания основных электрических элементов АСУ	Электрические элементы систем автоматического управления
ПК(У)-6	Способен разрабатывать предложения по совершенствованию системы эксплуатации автоматизированных систем управления физическими	ПК(У)-6.В1	Владеет опытом применения ЭВМ для управления и обработки информации; устройствами сопряжения измерительной аппаратуры с ЭВМ, включая датчики.	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера.
		ПК(У)-6.У1	Умеет использовать на практике основные виды программных и технических	Однокристалльный микроконтроллер. Программирование

	установками		средств АСУ ТП.	микроконтроллеров и средства для создания и отладки программ.
		ПК(У)-6.31	Знает состав технического и программного обеспечения АСУ; архитектуру магистрально-модульных систем и специальные системы интерфейсов.	Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
		ПК(У)-6.B2	Владеет опытом исследования многосвязных систем автоматического управления	Анализ устойчивости и качества регулирования однотипных многосвязных систем методом декомпозиции.
		ПК(У)-6.У2	Умеет провести анализ инвариантной системы на заданную точность управления	Возможности инвариантного управления в одномерных системах, комбинированных системах, многосвязных системах.
		ПК(У)-6.32	Знает принципы построения различных адаптивных и инвариантных систем	Типы адаптивных систем, их особенности и области применения (экстремальные системы, системы с эталонной моделью, системы с переменной структурой). Возможности инвариантного управления в одномерных системах, комбинированных системах, многосвязных системах.
		ПК(У)-6.B3	Владеет современными программно-техническими средствами обработки информации и методами сопряжения измерительной аппаратуры	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера.
		ПК(У)-6.У3	Умеет применять технические средства и информационные технологии при проектировании АСУ ТП.	Однокристалльный микроконтроллер. Программирование микроконтроллеров и средства для создания и отладки программ.
		ПК(У)-6.33	Знает основные технические средства и информационные технологии применяемые в области АСУ ТП и АСНИ	Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
ПК(У)-7	Способен к эксплуатации	ПК(У)-7.B1	Владеет технологиями построения и эксплуатации	Основные принципы организации ввода/вывода

	специальных технических средств, сооружений, объектов и их систем		промышленных сетей (Fieldbus)	и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
		ПК(У)-7.У1	Умеет применять средства взаимодействия оператора с системой, интерфейсы взаимодействия устройств, стандартные системные интерфейсы.	Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
		ПК(У)-7.31	Знает архитектуру современных вычислительных устройств, принципы их построения, принципы выполнения команд, программное и микропрограммное управление, принципы работы запоминающих устройств.	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера. Однокристальный микроконтроллер. Программирование микроконтроллеров и средства для создания и отладки программ.
		ПК(У)-7.В2	Владеет методами исследования систем автоматического управления, подверженных влиянию случайных воздействий методами планирования и обработки результатов экспериментов	Статистические оценки качества работы систем автоматического управления.
		ПК(У)-7.У2	Умеет планировать, проводить экспериментальные исследования и обрабатывать их результаты	Статистические методы планирования экспериментов. Основные термины и понятия. Параметры оптимизации и их классификация. Факторы, требования, предъявляемые к ним. Модель объекта.
		ПК(У)-7.32	Знает методы построения и проверки статистических моделей технологических объектов управления	Проверка адекватности линейного уравнения регрессии. Особенности ПФЭ при разном числе параллельных опытов
		ПК(У)-7.33	Знает устройство современных приборов оперативного контроля, исполнительных механизмов и регулирующих органов, используемых в системах промышленной автоматики	Требования к приборам контроля (класс точности (обозначения, формулы), чувствительность, порог чувствительности, быстродействие, надежность). Промышленные методы измерения кислотности, плотности, влажности,

				концентрации жидкости и газов на химическом производстве атомной промышленности. Изложить принципы действия (схема и пояснение).
		ПК(У)-7.В7	Владеет технологиями создания и эксплуатации промышленных протоколов передачи данных	Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
		ПК(У)-7.У7	Умеет применять интерфейсы взаимодействия электронных устройств и стандартные системные интерфейсы.	Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
		ПК(У)-7.З7	Знает принципы построения современных вычислительных устройств, устройств хранения информации и способы управления ими.	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера. Оперативное запоминающее устройство, постоянное запоминающее устройство. Статические запоминающие устройства. Динамические запоминающие устройства. Основные характеристики и принцип действия. Однокристалльный микроконтроллер. Программирование микроконтроллеров и средства для создания и отладки программ.
ПК(У)-19	Способен использовать информационные технологии при разработке новых установок, устройств, способен к сбору и анализу информации для выбора и обоснования вариантов научно-технических и	ПК(У)-19.В3	Владеет методиками и САПР для выполнения проектных работ в области АСУ ТП и АСНИ.	Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием упрощённых структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
		ПК(У)-19.У3	Умеет разрабатывать микропроцессорные устройства ввода-вывода и	Последовательность работы микропроцессора на примере типовой

	организационных решений		управления и программное обеспечение для их функционирования.	команды (с использованием упрощённых структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
		ПК(У)-19.33	Знает основные структурные элементы микропроцессорных систем, принцип их работы и взаимодействия, принципы организации подсистемы памяти и ввода-вывода в микропроцессорных системах.	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера.
		ПК(У)-19.У4	Умеет использовать инструментальные программные пакеты для реализации задач автоматического проектирования	Назначение, структура и основные функции SCADA-систем. Разработка графического интерфейса оператора автоматизированной системы. Требования инженерной психологии и ГОСТ к информационной модели объекта
		ПК(У)-19.34	Знает системы автоматизированного проектирования; структуру процесса проектирования; уровни, аспекты и этапы проектирования; типовые проектные процедуры	Назначение, структура и основные функции SCADA-систем. Разработка графического интерфейса оператора автоматизированной системы. Требования инженерной психологии и ГОСТ к информационной модели объекта
		ПК(У)-19.В5	Владет навыками проектирования и исследования автоматизированных информационно - измерительных систем и их основных компонент на базе использования современных средств вычислительной техники	Общие принципы помехоустойчивого кодирования. Количественные характеристики помехоустойчивости кодов. Содержание методов группового и циклического кодирования.
		ПК(У)-19.У5	Умеет применять: методы дискретизации измерительных сигналов и кодирования информации; технические средства сбора, регистрации, обработки и передачи информации при проектировании и создании автоматизированных систем.	Определение интервалов временного квантования непрерывного сигнала (функции) на основании частотных, временных и статистических характеристик квантуемого сигнала, содержание данных методов.
		ПК(У)-19.35	Знает основные этапы разработки информационно - измерительных систем, содержание работ, перечень проектных документов	Типовые структуры измерительных каналов. Элементы, составляющие структуру измерительного канала их характеристики, типы, принципы

				построения. Помехи в измерительных каналах и способы их устранения.
		ПК(У)-19.В6	Владеет методами синтеза систем управления ядерных энергетических установок и технологических процессов ядерного топливного цикла.	Записать уравнения нейтронной кинетики ядерного реактора в точечном приближении. Определить по ним передаточную функцию реактора с учетом одной усредненной группы запаздывающих нейтронов. Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ
		ПК(У)-19.У6	Умеет разрабатывать, внедрять и обслуживать автоматизированные системы управления ядерными энергетическими установками и технологическими процессами производств ядерного топливного цикла	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АKNП, АPM-5, POM-2, ЭГCP
		ПК(У)-19.36	Знает методы синтеза и настройки автоматизированных систем управления	Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ
		ПК(У)-19.В8	Владеет опытом работы с системами автоматизированного проектирования АСУ ТП и АСНИ	Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием упрощенных структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
		ПК(У)-19.У8	Умеет разрабатывать устройства микропроцессорного управления для связи с объектом управления.	Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием упрощенных структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
		ПК(У)-19.38	Знает основные элементы систем микропроцессорного управления и принципы их взаимодействия.	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера.

		ПК(У)-19.В9	Владеет основными методиками оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач с учетом неопределенностей объекта управления при проектировании, наладке, настройке, испытаниях и эксплуатации АСУ ТП ядерных энергетических установок	Записать уравнения нейтронной кинетики ядерного реактора в точечном приближении. Определить по ним передаточную функцию реактора с учетом одной усредненной группы запаздывающих нейтронов. Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ
		ПК(У)-19.У9	Умеет выполнять расчет, концептуальную и проектную проработку программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСП
		ПК(У)-19.39	Знает основы функционирования программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ	Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ
ПК(У)-20	Способен применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределенностей при проектировании с учетом требований безопасности и других нормативных документов	ПК(У)-20.В4	Владеет методами выбора эмпирических зависимостей, навыками обработки результатов измерений	Статистические методы планирования экспериментов. Основные термины и понятия. Параметры оптимизации и их классификация. Факторы, предъявляемые к ним. Модель объекта.
		ПК(У)-20.У4	Умеет проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений	Реализация эксперимента. Расчет ошибки, опыта (дисперсии воспроизводимости). Расчет коэффициентов линейного уравнения регрессии: идея МНК, методика составления системы нормальных уравнений по матрице планирования и таблице наблюдений
		ПК(У)-20.34	Знает понятия и задачи измерений; типы ошибок; методы обработки результатов измерений	Реализация эксперимента. Расчет ошибки, опыта (дисперсии воспроизводимости). Расчет коэффициентов линейного уравнения регрессии: идея МНК, методика составления системы нормальных уравнений по матрице планирования и таблице

				наблюдений
ПК(У)-21	Способен к проведению технико-экономического обоснования проектных расчетов устройств и узлов приборов и установок	ПК(У)-21.B1	Владеет методами синтеза систем автоматического управления реальными технологическими процессами	Назвать этапы синтеза одноконтурных САУ по отклонению. Дать определение нелинейной системы автоматического управления, каковы их особенности, назвать методы описания нелинейных САУ
		ПК(У)-21.Y1	Умеет выбирать передаточную функцию и настроечные параметры управляющего устройства, обеспечивающие получение требуемых показателей качества управления	Передаточная функция динамического звена: -изображение дифференциального уравнения звена; -понятие передаточной функции звена; -передаточные функции САУ по управляющему и возмущающему воздействиям.
		ПК(У)-21.31	Знает основные принципы, методы и приемы синтеза систем автоматического управления с заданными показателями качества	Прямые показатели качества систем автоматического управления. Какое условие заложено в основу синтеза комбинированных САУ. Решение задачи синтеза комбинированных САУ.
ПК(У)-22	Способен осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере своей профессиональной деятельности	ПК(У)-22.B2	Владеет технологиями разработки технических и программных средств микропроцессорных подсистем АСУ ТП.	Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием упрощенных структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
		ПК(У)-22.Y2	Умеет выбирать основные типы элементов для организации микропроцессорных подсистем АСУ ТП.	Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
		ПК(У)-22.32	Знает основные структурные элементы высоконадежных микропроцессорных подсистем АСУ ТП.	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера. Оперативное запоминающее устройство, постоянное запоминающее устройство. Статические

				запоминающие устройства. Динамические запоминающие устройства. Основные характеристики и принцип действия.
		ПК(У)-22.В4	Владеет опытом разработки средств микропроцессорного управления АСУ ТП	Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием упрощённых структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
		ПК(У)-22.У4	Умеет выбирать основные элементы для микропроцессорного управления АСУ ТП.	Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
		ПК(У)-22.34	Знает основные составляющие систем микропроцессорного управления.	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера. Оперативное запоминающее устройство, постоянное запоминающее устройство. Статические запоминающие устройства. Динамические запоминающие устройства. Основные характеристики и принцип действия.
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.В9	Владеет методами анализа устойчивости и расчета показателей качества систем автоматического управления	Понятие устойчивости систем управления. Общее условие устойчивости линейных САУ. Понятие критерия устойчивости САУ, классификация критериев. Алгебраические критерии устойчивости.
		ПК(У)-23.У9	Умеет вычислять установившиеся значения ошибок управления, анализировать устойчивость, оценивать аналитически или определять экспериментально показатели качества систем автоматического управления	Понятие устойчивости систем управления. Общее условие устойчивости линейных САУ. Понятие критерия устойчивости САУ, классификация критериев. Алгебраические критерии устойчивости.
		ПК(У)-23.39	Знает методы анализа устойчивости и расчета показателей качества систем автоматического управления	Понятие устойчивости систем управления. Общее условие устойчивости линейных САУ. Понятие

				критерия устойчивости САУ, классификация критериев. Алгебраические критерии устойчивости.
		ПК(У)-23.В10	Владеет подходами выбора и составления схем включения основных электрических элементов АСУ на основании качественного и количественного анализа их характеристик	Устройство, принцип действия область применения и характеристики асинхронного двигателя.
		ПК(У)-23.У10	Умеет осуществлять на основании анализа требований и характеристик выбор, разработку схем включения и эксплуатацию электрических элементов АСУ	Устройство, принцип действия область применения и характеристики синхронного двигателя.
		ПК(У)-23.310	Знает достоинства и недостатки основных электрических элементов АСУ предназначенных для преобразования физических величин и сигналов	Тахогенераторы, принцип действия, достоинства и недостатки.
		ПК(У)-23.В12	Владеет методами синтеза, анализа качества и устойчивости цифровых систем управления на ЭВМ	Оценка качества и устойчивости цифровых систем управления.
		ПК(У)-23.312	Знает методы структурного и параметрического синтеза цифровых регуляторов	Синтез компенсационных регуляторов цифровых систем управления.
ПК(У)-24	Способен оценить перспективы развития физических установок и систем автоматизированного управления, использовать современные достижения в научно-исследовательских работах	ПК(У)-24.В1	Владеет опытом применения микропроцессорных систем для выполнения исследовательских, технологических и пуско-наладочных работ в области профессиональной деятельности.	Однокристалльный микроконтроллер. Программирование микроконтроллеров и средства для создания и отладки программ.
		ПК(У)-24.У1	Умеет использовать и адаптировать микропроцессорные системы для исследовательских, технологических и пуско-наладочных работ в области профессиональной деятельности.	Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием упрощённых структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
		ПК(У)-24.31	Знает основные тенденции развития микропроцессорных подсистем АСУ ТП.	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера.
		ПК(У)-24.В2	Владеет основными подходами и методами организации проведения и теоретических	Проверка адекватности линейного уравнения регрессии. Особенности ПФЭ при разном числе

			экспериментальных исследований	параллельных опытов
		ПК(У)-24.У2	Умеет применять полученные знания к решению конкретных задач	Статистические методы построения динамических моделей промышленных объектов управления.
		ПК(У)-24.32	Знает основные подходы и методы научных исследований в области профессиональной деятельности	Статистические методы построения динамических моделей промышленных объектов управления.
		ПК(У)-24.В4	Владеет статистическими методами построения статических и динамических моделей промышленных объектов	Статистические оценки качества работы систем автоматического управления.
		ПК(У)-24.У4	Умеет анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами	Реализация эксперимента. Расчет ошибки, опыта (дисперсии воспроизводимости). Расчет коэффициентов линейного уравнения регрессии: идея МНК, методика составления системы нормальных уравнений по матрице планирования и таблице наблюдений
		ПК(У)-24.34	Знает математический аппарат теории вероятностей и математической статистики	Построение матриц планирования полного факторного эксперимента типа 2^n . Свойства матрицы планирования ПФЭ типа 2^n . Вычисление коэффициентов линейного уравнения регрессии по планам ПФЭ типа 2^n . Реализация эксперимента. Расчет ошибки, опыта (дисперсии воспроизводимости). Расчет коэффициентов линейного уравнения регрессии: идея МНК, методика составления системы нормальных уравнений по матрице планирования и таблице наблюдений
		ПК(У)-24.В5	Владеет опытом применения систем микропроцессорного управления для выполнения исследовательских, технологических и пуско-наладочных работ в области профессиональной деятельности	Однокристалльный микроконтроллер. Программирование микроконтроллеров и средства для создания и отладки программ.
		ПК(У)-24.У5	Умеет использовать и адаптировать системы микропроцессорного управления для исследовательских,	Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием

			технологических и пуско-наладочных работ в области профессиональной деятельности.	упрощённых структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
		ПК(У)-24.35	Знает основные тенденции развития систем микропроцессорного управления	Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера.
ДПК(У)-1	Способен выполнять расчет и проектирование программно-технических средств АСУ ТП и АСНУ в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ДПК(У)-1.B1	Владеет инструментальными средствами оформления результатов с использованием средств вычислительной техники и офисных технологий	Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей).
		ДПК(У)-1.B2	Владеет приемами составления схем включения основных электрических элементов САУ	Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей).
		ДПК(У)-1.У2	Умеет проектировать схемы включения основных электрических элементов САУ	Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
		ДПК(У)-1.32	Знает устройство, принцип действия, схемы включения, типовые характеристики, виды математического описания основных электрических элементов АСУ	Преобразователи на операционных усилителях (дифференцирующие и интегрирующие устройства, преобразователи напряжение-ток и ток-напряжение). Их схемы, принцип действия, характеристики (с выводом формул) и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
		ДПК(У)-1.B3	Владеет опытом применения ЭВМ для управления и обработки информации;	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи

			устройствами сопряжения измерительной аппаратуры с ЭВМ, включая датчики	(определения, обозначения, принцип работы, примеры реализации и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
		ДПК(У)-1.В4	Владеет методами выбора алгоритмов управления, обеспечивающих заданный алгоритм функционирования проектируемой системы автоматического управления	Назвать этапы синтеза одноконтурных САУ по отклонению.
		ДПК(У)-1.У4	Умеет составлять алгоритмические структурные схемы систем автоматического управления, реализующих различные функциональные принципы управления	Какое условие заложено в основу синтеза комбинированных САУ. Решение задачи синтеза комбинированных САУ.
		ДПК(У)-1.34	Знает функциональные принципы построения автоматической системы управления	Назвать этапы синтеза одноконтурных САУ по отклонению. Какое условие заложено в основу синтеза комбинированных САУ. Решение задачи синтеза комбинированных САУ.
		ДПК(У)-1.В7	Владеет средствами оформления результатов измерений с использованием средств вычислительной техники	Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей).
		ДПК(У)-1.В8	Владеет навыками составления схем включения основных электрических элементов систем измерения	Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей).
		ДПК(У)-1.У8	Умеет проектировать схемы включения основных электрических элементов систем измерения	Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
		ДПК(У)-1.38	Знает устройство, принцип действия, схемы включения,	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые

			типичные характеристики, виды математического описания основных элементов систем измерения	преобразователи (определения, обозначения, принцип работы, примеры реализации и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
ДПСК (У)-2	Способен применять знания теории и практики АСУ ТП, включающие математическое, информационное, алгоритмическое и техническое обеспечения для обслуживания и проектирования этих систем в соответствии с заданными требованиями и условиями	ДПСК(У)-2.В3	Владеет существующими методиками настройки, наладки, испытаний приборов контроля и управления АСУ ТП ядерных энергетических установок	Промышленные методы измерения давления. Изложить принцип действия применяемых для измерения давления преобразователей деформации. Провести сравнительный анализ метрологических характеристик серийно выпускаемых датчиков давления. Изложить достоинства и их недостатки. Современные пути повышения метрологических характеристик датчиков давления.
		ДПСК(У)-2.У3	Умеет выбирать приборы контроля и управления в соответствии с техническим заданием на проектирование АСУ ТП ядерных энергетических установок	Промышленные методы измерения температуры. Описать принципы их действия и метрологические характеристики. Провести сравнительный анализ данных методов. Изложить достоинства и их недостатки. Область применения. Современные пути повышения их метрологических характеристик датчиков температуры.
		ДПСК(У)-2.З3	Знает основы функционирования приборов контроля и управления АСУ ТП ядерных энергетических установок	Промышленные методы измерения давления. Изложить принцип действия применяемых для измерения давления преобразователей деформации. Провести сравнительный анализ метрологических характеристик серийно выпускаемых датчиков давления. Изложить достоинства и их недостатки. Современные пути повышения метрологических характеристик датчиков давления.
		ДПСК(У)-2.В5	Владеет существующими методиками настройки,	Промышленные методы измерения температуры.

			наладки, испытаний приборов контроля и управления АСУ ТП производств ядерного топливного цикла	Описать принципы их действия и метрологические характеристики. Провести сравнительный анализ данных методов. Изложить достоинства и их недостатки. Область применения. Современные пути повышения их метрологических характеристик датчиков температуры.
		ДПСК(У)-2.У5	Умеет выбирать приборы контроля и управления в соответствии с техническим заданием на проектирование АСУ ТП производств ядерного топливного цикла	Промышленные методы измерения уровня жидких и сыпучих веществ. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков.
		ДПСК(У)-2.35	Знает основы функционирования приборов контроля и управления АСУ ТП производств ядерного топливного цикла	Промышленные методы измерения массового расхода жидкости и газа. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область их применения.
ДПСК(У)-3	Способен применять знания о технологических процессах и аппаратах ядерного топливного цикла, знания о процессах в ядерных реакторах для разработки их математического описания с целью проведения исследований и проектирования АСУ ТП	ДПСК(У)-3.В3	Владеет методами математического моделирования систем управления и защиты ядерных энергетических установок	Записать уравнения нейтронной кинетики ядерного реактора в точечном приближении. Определить по ним передаточную функцию реактора с учетом одной усредненной группы запаздывающих нейтронов. Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСР. Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементов структурных схем линейной и релейной САУ.

				Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
		ДПСК(У)-3.У3	Умеет разрабатывать математическое обеспечение автоматизированных систем управления ядерными энергетическими установками	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСР. Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ. Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
		ДПСК(У)-3.33	Знает математическое описание энергетических установок как технологических объектов управления и технологических процессов	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСР. Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
		ДПСК(У)-3.В4	Владеет методами математического моделирования систем управления и защиты АСУ ТП производств ядерного топливного цикла	Записать уравнения нейтронной кинетики ядерного реактора в точечном приближении. Определить по ним передаточную функцию реактора с учетом одной усредненной группы запаздывающих нейтронов. Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСР. Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ. Система аварийной

				защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
		ДПСК(У)-3.У4	Умеет разрабатывать математическое обеспечение автоматизированных систем управления технологическими процессами производств ядерного топливного цикла	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АKNП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГSR. Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ. Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
		ДПСК(У)-3.34	Знает математическое описание энергетических установок как технологических объектов управления и технологических процессов ядерного топливного цикла	Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АKNП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГSR. Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
ДПСК(У)-4	Способен применять полученные знания в области электроники и автоматики для проектирования новых технических средств систем автоматизированного управления	ДПСК(У)-4.В2	Владеет опытом проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ по разработке адаптивных систем	Типы адаптивных систем, их особенности и области применения (экстремальные системы, системы с эталонной моделью, системы с переменной структурой). Возможности инвариантного управления в одномерных системах, комбинированных системах, многосвязных системах. Автономное управление в многосвязных системах. Принцип двухканальности.
		ДПСК(У)-4.У2	Умеет провести синтез и анализ адаптивной системы управления в квазистационарном режиме	Типы адаптивных систем, их особенности и области применения (экстремальные системы, системы с эталонной моделью, системы с переменной структурой).
		ДПСК(У)-4.32	Знает методы анализа и синтеза линейных многосвязных систем	Автономное управление в многосвязных системах. Принцип

				двухканальности.
		ДПСК(У)-4.В6	Владеет методами обработки информации, поступающей с контрольно-измерительных приборов, диагностики состояния приборов	Промышленные методы измерения объемного расхода жидкости. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков. Промышленные методы измерения уровня жидких и сыпучих веществ. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков.
		ДПСК(У)-4.У6	Умеет подобрать датчик с сенсорным преобразователем, удовлетворяющим требованиям автоматизируемого производства; подключать цифровые датчики к локальным сетям и ЭВМ; адаптировать интеллектуальные датчики к реальным условиям, существующим на производстве	Промышленные методы измерения массового расхода жидкости и газа. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область их применения.
		ДПСК(У)-4.36	Знает типы контрольно-измерительных приборов, принцип их действия, достоинства, недостатки и сферы применения в ядерных энергетических установках	Промышленные методы измерения объемного расхода жидкости. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков.
		ДПСК(У)-4.37	Знает типы контрольно-измерительных приборов, принцип их действия, достоинства, недостатки и сферы применения в производства ядерного топливного цикла	Промышленные методы измерения объемного расхода жидкости. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков

1.2. Пример билета:

Экзаменационный билет № 1

к государственному экзамену по направлению 14.05.04» *Электроника и автоматика физических установок» (специализация «Системы управления технологическими процессами и физическими установками»*

1. Назвать этапы синтеза одноконтурных САУ по отклонению.
2. Записать уравнения нейтронной кинетики ядерного реактора в точечном приближении. Определить по ним передаточную функцию реактора с учетом одной усредненной группы запаздывающих нейтронов.
3. Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей)

Утверждаю:

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры, д.т.н.

_____ А.Г. Горюнов

1.2.1 Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Дидактические единицы дисциплины *«Основы теории управления физическими установками»*:
 - a. Составление дифференциального уравнения САУ по дифференциальным уравнениям звеньев. Дифференциальные уравнения САУ относительно управляемой координаты и относительно сигнала рассогласования. Охарактеризовать дифференциальные операторы левых и правых частей этих уравнений.
 - b. Передаточная функция динамического звена:
 - изображение дифференциального уравнения звена;
 - понятие передаточной функции звена;
 - передаточные функции САУ по управляющему и возмущающему воздействиям.
 - c. Описание динамических звеньев и систем автоматического управления с помощью временных характеристик. За счет использования какого звена можно снизить порядок дифференциального уравнения, описывающего динамику реального звена. Дать описание этого звена.
 - d. Понятие устойчивости систем управления. Общее условие устойчивости линейных САУ. Понятие критерия устойчивости САУ, классификация критериев. Алгебраические критерии устойчивости.
 - e. Прямые показатели качества систем автоматического управления.
 - f. Назвать этапы синтеза одноконтурных САУ по отклонению.
 - g. Какое условие заложено в основу синтеза комбинированных САУ. Решение задачи синтеза комбинированных САУ.
 - h. Дать определение нелинейной системы автоматического управления, каковы их особенности, назвать методы описания нелинейных САУ.
2. Дидактические единицы дисциплины *«Адаптивные системы управления»*:
 - a. Типы адаптивных систем, их особенности и области применения (экстремальные системы, системы с эталонной моделью, системы с переменной структурой).
 - b. Возможности инвариантного управления в одномерных системах, комбинированных системах, многосвязных системах.
 - c. Анализ устойчивости и качества регулирования однотипных многосвязных систем методом декомпозиции.
 - d. Автономное управление в многосвязных системах. Принцип двухканальности.
3. Дидактические единицы дисциплины *«Цифровые системы управления»*:

- a. Получение рекуррентных соотношений методом дискретно-аналогового моделирования.
 - b. Представление непрерывного ПИД-регулятора в цифровом виде, реакция цифрового ПИД регулятора на единичное воздействие, модификации цифрового ПИД регулятора.
 - c. Параметрически - оптимизируемые регуляторы, их особенности и правила настройки.
 - d. Компенсационные регуляторы, методика синтеза и особенности.
4. Дидактические единицы дисциплины *«Автоматизированные системы управления ядерными энергетическими установками»*:
- a. Записать уравнения нейтронной кинетики ядерного реактора в точечном приближении. Определить по ним передаточную функцию реактора с учетом одной усредненной группы запаздывающих нейтронов.
 - b. Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСР.
 - c. Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ.
 - d. Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
5. Дидактические единицы дисциплины *«Автоматизированные системы управления технологическими процессами ядерного топливного цикла»*:
- a. Записать уравнения нейтронной кинетики ядерного реактора в точечном приближении. Определить по ним передаточную функцию реактора с учетом одной усредненной группы запаздывающих нейтронов.
 - b. Составить структурную схему управления мощностью реактора ВВЭР-1000. Описать взаимодействие блоков АКНП, АРМ-5, РОМ-2, ЭГСР.
 - c. Линейная и релейная САУ мощности реактора. Представить структурные схемы САУ. Дать описание элементам структурных схем линейной и релейной САУ.
 - d. Система аварийной защиты реактора ВВЭР. Описать режимы аварийной защиты ВВЭР-1000: АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2.
6. Дидактические единицы дисциплины *«Современные компьютерные технологии в автоматизированных системах управления технологическими процессами»*:
- a. Уровни функциональной организации АСУ ТП. Требования к системному и прикладному программному обеспечению АСУ ТП. Понятие реального времени. Структура и основные характеристики операционных систем реального времени.
 - b. Назначение, структура и основные функции SCADA-систем. Разработка графического интерфейса оператора автоматизированной системы. Требования инженерной психологии и ГОСТ к информационной модели объекта
7. Дидактические единицы дисциплины *«Теория информации и ее приложение в автоматизированных системах»*:
- a. Энтропия случайных объектов с дискретным и непрерывным множеством возможных состояний. Единицы измерения энтропии и ее основные свойства. Связь между энтропией и количеством информации.
 - b. Понятие количества информации. Количество информации по Р.Хартли и К.Шеннону. Ограничения, в рамках которых выведены данные оценки количества информации.
 - c. Определение интервалов временного квантования непрерывного сигнала (функции) на основании частотных, временных и статистических характеристик квантуемого сигнала, содержание данных методов.

- d. Общие принципы помехоустойчивого кодирования. Количественные характеристики помехоустойчивости кодов. Содержание методов группового и циклического кодирования.
 - e. Типовые структуры измерительных каналов. Элементы, составляющие структуру измерительного канала их характеристики, типы, принципы построения. Помехи в измерительных каналах и способы их устранения.
8. Дидактические единицы дисциплины *«Методы контроля технологических параметров ядерных энергетических установок»*:
- a. Промышленные методы измерения температуры. Описать принципы их действия и метрологические характеристики. Провести сравнительный анализ данных методов. Изложить достоинства и их недостатки. Область применения. Современные пути повышения их метрологических характеристик датчиков температуры.
 - b. Промышленные методы измерения давления. Изложить принцип действия применяемых для измерения давления преобразователей деформации. Провести сравнительный анализ метрологических характеристик серийно выпускаемых датчиков давления. Изложить достоинства и их недостатки. Современные пути повышения метрологических характеристик датчиков давления.
 - c. Промышленные методы измерения объемного расхода жидкости. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков.
 - d. Промышленные методы измерения массового расхода жидкости и газа. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область их применения.
 - e. Промышленные методы измерения уровня жидких и сыпучих веществ. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков.
9. Дидактические единицы дисциплины *«Методы контроля технологических переменных в производствах ядерного топливного цикла»*:
- a. Промышленные методы измерения температуры. Описать принципы их действия и метрологические характеристики. Провести сравнительный анализ данных методов. Изложить достоинства и их недостатки. Область применения. Современные пути повышения их метрологических характеристик датчиков температуры.
 - b. Промышленные методы измерения давления. Изложить принцип действия применяемых для измерения давления преобразователей деформации. Провести сравнительный анализ метрологических характеристик серийно выпускаемых датчиков давления. Изложить достоинства и их недостатки. Современные пути повышения метрологических характеристик датчиков давления.
 - c. Промышленные методы измерения объемного расхода жидкости. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков.
 - d. Промышленные методы измерения массового расхода жидкости и газа. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область их применения.

- е. Промышленные методы измерения уровня жидких и сыпучих веществ. Описать принципы действия и метрологические характеристики данных методов. Провести сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Указать область применения рассматриваемых датчиков.
10. Дидактические единицы дисциплины *«Статистические методы контроля и управления»*:
- а. Статистические методы планирования экспериментов. Основные термины и понятия. Параметры оптимизации и их классификация. Факторы, требования, предъявляемые к ним. Модель объекта.
 - б. Статистические оценки качества работы систем автоматического управления.
 - в. Построение матриц планирования полного факторного эксперимента типа 2^n . Свойства матрицы планирования ПФЭ типа 2^n . Вычисление коэффициентов линейного уравнения регрессии по планам ПФЭ типа 2^n .
 - г. Статистические методы построения динамических моделей промышленных объектов управления.
 - д. Проверка адекватности линейного уравнения регрессии. Особенности ПФЭ при разном числе параллельных опытов
 - е. Реализация эксперимента. Расчет ошибки, опыта (дисперсии воспроизводимости). Расчет коэффициентов линейного уравнения регрессии: идея МНК, методика составления системы нормальных уравнений по матрице планирования и таблице наблюдений.
11. Дидактические единицы дисциплины *«Электрические элементы систем автоматического управления»*:
- а. Структурная схема АСУ, её элементы и характеристики элемента АСУ на примере усилителя электрического сигнала.
 - б. Идентификация объекта управления. Основные понятия и методы.
 - в. Тиристорный привод постоянного тока, его принцип действия, достоинства и недостатки.
 - г. Электрические двигатели, принципы действия, характеристики, достоинства и недостатки.
12. Дидактические единицы дисциплины *«Микропроцессорные системы»*:
- а. Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера.
 - б. Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием упрощённых структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).
 - в. Оперативное запоминающее устройство, постоянное запоминающее устройство. Статические запоминающие устройства. Динамические запоминающие устройства. Основные характеристики и принцип действия.
 - г. Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
 - д. Однокристалльный микроконтроллер. Программирование микроконтроллеров и средства для создания и отладки программ.
13. Дидактические единицы дисциплины *«Микропроцессорное управление»*:
- а. Микропроцессорная система, понятия, структура, основные принципы организации. Определение микропроцессора, микроконтроллера.
 - б. Последовательность работы микропроцессора на примере типовой команды (с использованием упрощённых структурных схем устройства управления, арифметико-логического устройства и типовой структуры микропроцессора).

- c. Оперативное запоминающее устройство, постоянное запоминающее устройство. Статические запоминающие устройства. Динамические запоминающие устройства. Основные характеристики и принцип действия.
 - d. Основные принципы организации ввода/вывода и их особенности. Интерфейс ввода/вывода в микропроцессорной технике. Параллельная передача данных. Последовательная синхронная и асинхронная передача данных.
 - e. Однокристалльный микроконтроллер. Программирование микроконтроллеров и средства для создания и отладки программ.
14. Дидактические единицы дисциплины *«Средства автоматизации и приборы контроля химического производства»*:
- a. Выполнение схемы автоматизации (ФСА по ГОСТ 21.404-85) развернутым способом, привести пример с 7-ю различными измерениями (2 прибора по месту, 5 на щите).
 - b. Исполнительные устройства САР (РО и ИМ): электрические, пневматические и гидравлические (принцип действия, достоинства и недостатки, область применения). Характеристики дроссельных регулирующих органов.
 - c. Автоматические регуляторы. Классификация автоматических регуляторов. Линейные и позиционные регуляторы.
 - d. Условия снятия переходной характеристики. Идентификация статического и астатического объекта по кривой разгона. Выбор типа автоматического регулятора.
 - e. Требования к приборам контроля (класс точности (обозначения, формулы), чувствительность, порог чувствительности, быстродействие, надежность). Промышленные методы измерения кислотности, плотности, влажности, концентрации жидкости и газов на химическом производстве атомной промышленности. Изложить принципы действия (схема и пояснение).
15. Дидактические единицы дисциплины *«Преобразование сигналов в физических установках»*:
- a. Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
 - b. Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на полевых транзисторах всех типов и комбинированных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
 - c. Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей).
 - d. Преобразователи на операционных усилителях (дифференцирующие и интегрирующие устройства, преобразователи напряжение-ток и ток-напряжение). Их схемы, принцип действия, характеристики (с выводом формул) и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
 - e. Триггеры, счетчики, регистры, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры (определения, обозначения, классификация, принцип работы и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
 - f. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи (определения, обозначения, принцип работы, примеры реализации и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).

16. Дидактические единицы дисциплины «*Преобразование сигналов измерительной информации*»:
- a. Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
 - b. Описать все известные схемы и режимы работы усилительных каскадов на полевых транзисторах всех типов и комбинированных транзисторах; перечислить их достоинства и недостатки; дать пояснения о применимости каждого из них при проектировании устройств управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
 - c. Операционный усилитель (определение, параметры, упрощенная эквивалентная схема, обозначение). Основные схемы включения операционного усилителя (схемы, параметры с выводом зависимостей).
 - d. Преобразователи на операционных усилителях (дифференцирующие и интегрирующие устройства, преобразователи напряжение-ток и ток-напряжение). Их схемы, принцип действия, характеристики (с выводом формул) и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов.
 - e. Триггеры, счетчики, регистры, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры (определения, обозначения, классификация, принцип работы и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
 - f. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи (определения, обозначения, принцип работы, примеры реализации и применение в устройствах управления, преобразования и передачи электрических сигналов).
17. Дидактические единицы дисциплины «*Электроника 1.3*»:
- a. Энергетические уровни и зоны в проводниках, полупроводниках и диэлектриках. Механизм собственной и примесной электропроводности полупроводников.
 - b. Работа рп-перехода в прямом и обратном направлении. Полупроводниковые диод и стабилитрон (устройство, принцип работы). Однополупериодный и двухполупериодный выпрямитель, параметрический стабилизатор на стабилитроне (схемы, принцип работы, характеристики, временные диаграммы работы).
 - c. Биполярный транзистор (устройство, принцип работы, характеристики).
 - d. Каскад с общей базой (схема, характеристики, Т-образные схемы замещения).
 - e. Каскад с общим эмиттером (схема, характеристики, Т-образные схемы замещения).
 - f. Определение и стабилизация положения рабочей точки биполярного транзистора на примере каскада с общим эмиттером.

1.3. Методика оценки

Билеты к экзамену формируются из вопросов, примеры которых представлены в пункте

1.2. Билет содержит три теоретических вопроса, которые выбираются случайным образом из перечня вопросов в соответствии с тематикой дидактических единиц дисциплин «Основы теории управления физическими установками», «Адаптивные системы управления», «Цифровые системы управления», «Автоматизированные системы управления ядерными энергетическими установками», «Автоматизированные системы управления технологическими процессами ядерного топливного цикла», «Современные компьютерные технологии в автоматизированных системах управления технологическими процессами», «Теория информации и ее приложение в автоматизированных системах», «Методы контроля технологических параметров ядерных энергетических установок», «Методы контроля

технологических переменных в производствах ядерного топливного цикла», «Статистические методы контроля и управления», «Электрические элементы систем автоматического управления», «Микропроцессорные системы», «Микропроцессорное управление», «Средства автоматизации и приборы контроля химического производства», «Преобразование сигналов в физических установках», «Преобразование сигналов измерительной информации», «Электроника 1.3».

Экзамен проводится в письменном виде. Время подготовки после получения экзаменационного билета 2 часа. Итоговая оценка за государственный экзамен выставляется в соответствии с критериями, приведенными в п. 1.4.

1.4. Критерии оценки:

По результатам ответов студента на вопросы билета и дополнительные вопросы (уточняющие суть ответа) государственная экзаменационная комиссия оценивает сформированность компетенций:

Критерии оценки ГЭ	Соответствие традиционной оценке	Диапазон баллов
Студент правильно и полностью ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также дополнительные вопросы, уточняющие суть ответа, чем показал владение всеми проверяемыми компетенциями	«Отлично»	90-100
Студент полностью ответил на все вопросы экзаменационного билета, но недостаточно развернуто, чем показал достаточное владение большинством проверяемых компетенций	«Хорошо»	70-89
Студент в целом правильно ответил минимум на два вопроса билета, знания не структурированы и поверхностны, чем показал недостаточное владение большинством проверяемых компетенций	«Удовл.»	55-69
Студент правильно ответил не более чем на один вопрос экзаменационного билета, чем показал отсутствие владения большинством проверяемых компетенций	«Неудовл.»	0-54

2. Паспорт выпускной квалификационной работы

Обобщенная структура защиты ВКР по направлению 14.05.04 «Электроника и автоматика физических установок» (специализация «Системы управления технологическими процессами и физическими установками»):

Код компетенции	Наименование компетенции	Разделы и этапы ВКР
Универсальные компетенции		
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, формирование перечня задач, решение которых позволит достичь поставленной в задании цели. Прохождение процедуры внешнего рецензирования, предварительной защиты ВКР и защиты ВКР в Государственной экзаменационной комиссии.
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Формирование план-графика планируемых работ, еженедельные отчеты на специально организуемых семинарах.
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Привлечение к выполнению работ (совместно с руководителем) студентов младших курсов (в рамках выполнения ими учебно- и научно исследовательских работ) и взаимодействие с ними.
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа с применением электронных баз данных.

Код компетенции	Наименование компетенции	Разделы и этапы ВКР
	числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия	Взаимодействие с руководителем и консультантами ВКР через соответствующие сервисы университета.
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	Взаимодействие со студентами и сотрудниками других подразделений университета (общетехнических, гуманитарных, лингвистических, естественнонаучных и пр.) для получения консультаций по узкоспециализированным вопросам, возникающим в ходе инженерных расчетов, разработки конструкции, технологического, организационного, эргономического проектирования. Прохождение процедуры внешнего рецензирования.
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	Формирование план-графика планируемых работ, еженедельные отчеты на специально организуемых семинарах.
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Выполнение раздела ВКР, посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, и четкое следование выводам и результатам, полученным в ходе его выполнения.
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	Выполнение раздела ВКР, посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, и четкое следование выводам и результатам, полученным в ходе его выполнения.
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Выполнение раздела ВКР, посвященного вопросам финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Выполнение раздела ВКР, посвященного вопросам финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	Выполнение раздела ВКР, посвященного вопросам финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения
Общепрофессиональные компетенции		
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	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, а также анализа результатов экспериментальных исследований. Прохождение процедуры внешнего рецензирования, предварительной защиты ВКР и защиты ВКР в Государственной экзаменационной комиссии.
ОПК(У)-2	Способен применять математический аппарат и вычислительную технику для решения профессиональных задач	Выполнение инженерных расчетов, создание программного/ алгоритмического/математического обеспечения.
ОПК(У)-3	Способен использовать языки, системы и инструментальные средства программирования в	Создание программного/ алгоритмического/математического обеспечения.

Код компетенции	Наименование компетенции	Разделы и этапы ВКР
	профессиональной деятельности	
ОПК(У)-4	Способен применять достижения современных коммуникационных и информационных технологий для поиска и обработки больших объемов информации по профилю деятельности	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа с применением электронных баз данных.
ОПК(У)-5	Способен применять методы научно-исследовательской и практической деятельности	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа. Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований.
ОПК(У)-6	Способен использовать в профессиональной деятельности нормативные правовые акты в области защиты государственной тайны и в других областях	Подготовка и размещение пояснительной записки ВКР в электронной библиотечной сети университета с выполнением требований, предъявляемых к ООП, требующих особого порядка реализации. Выполнение и согласование с консультантом раздела ВКР, посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды.
ОПК(У)-7	Способен использовать основные методы защиты персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	Выполнение раздела ВКР, посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, и четкое следование выводам и результатам, полученным в ходе его выполнения.
ОПК(У)-8	Способен понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования безопасности и защиты государственной тайны	Подготовка и размещение пояснительной записки ВКР в электронной библиотечной сети университета с выполнением требований, предъявляемых к ООП, требующих особого порядка реализации.
ОПК(У)-9	Способен понимать процессы и явления, происходящие в атомной промышленности	Подготовка и размещение пояснительной записки ВКР в электронной библиотечной сети университета с выполнением требований, предъявляемых к ООП, требующих особого порядка реализации.
Общепрофессиональные компетенции университета		
ДОПК(У)-1	Способен применять и разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями государственных, отраслевых и ведомственных стандартов и осуществлять проектно-конструкторскую деятельность в соответствии с техническим заданием в области профессиональной деятельности	Периодическое взаимодействие с консультантом, осуществляющим нормоконтроль. Еженедельные отчеты на специально организуемых семинарах. Окончательный нормоконтроль всей документации ВКР перед допуском к защите ВКР в Государственной экзаменационной комиссии.
Профессиональные компетенции		
эксплуатационно-техническая деятельность:		
ПК(У)-1	Готов к эксплуатации, поддержанию в исправном состоянии автоматизированных систем управления физическими установками, обеспечению их электропожаровзрывобезопасности, к оценке специальной и радиационной безопасности	Планирование и реализация экспериментальных исследований. Выполнение раздела ВКР, посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, и четкое следование выводам и результатам, полученным в ходе его выполнения.
ПК(У)-2	Способен к освоению новых образцов физических установок	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения.
ПК(У)-3	Способен выполнять полный объем работ, связанных с техническим	Планирование и реализация экспериментальных исследований. Выполнение раздела ВКР,

Код компетенции	Наименование компетенции	Разделы и этапы ВКР
	обслуживанием автоматизированных систем управления физическими установками с учетом требований руководящих и нормативных документов	посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, и четкое следование выводам и результатам, полученным в ходе его выполнения.
ПК(У)-4	Способен отыскивать и устранять неисправности на физических установках	Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований. Выполнение раздела ВКР, посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, и четкое следование выводам и результатам, полученным в ходе его выполнения.
ПК(У)-5	Способен выполнять мероприятия по восстановлению работоспособности автоматизированных систем управления физическими установками при возникновении аварийных ситуаций	Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований. Выполнение раздела ВКР, посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, и четкое следование выводам и результатам, полученным в ходе его выполнения.
ПК(У)-6	Способен разрабатывать предложения по совершенствованию системы эксплуатации автоматизированных систем управления физическими установками	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Анализ результатов экспериментальных исследований.
ПК(У)-7	Способен к эксплуатации специальных технических средств, сооружений, объектов и их систем	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа. Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований. Выполнение раздела ВКР, посвященного социальной ответственности, безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, и четкое следование выводам и результатам, полученным в ходе его выполнения
проектно-конструкторская деятельность:		
ПК(У)-18	Способен осуществлять разработку технического задания, расчет, проектную проработку современных устройств и узлов приборов, установок	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований.
ПК(У)-19	Способен использовать информационные технологии при разработке новых установок, устройств, способен к сбору и анализу информации для выбора и обоснования вариантов научно-технических и организационных решений	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований.
ПК(У)-20	Способен применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределенностей при проектировании с учетом требований безопасности и других нормативных документов	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований.
ПК(У)-21	Способен к проведению технико-экономического обоснования проектных расчетов устройств и узлов приборов и установок	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований. Выполнение раздела ВКР, посвященного вопросам финансового менеджмента,

Код компетенции	Наименование компетенции	Разделы и этапы ВКР
		ресурсоэффективности и ресурсосбережения.
	научно-исследовательская деятельность:	
ПК(У)-22	Способен осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере своей профессиональной деятельности	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа в том числе с применением электронных баз данных. Периодическое взаимодействие с консультантом, осуществляющим нормоконтроль.
ПК(У)-23	Способен применять современные методы исследования процессов и объектов профессиональной деятельности, применять математический аппарат для формализации, анализа и выработки решения	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения.
ПК(У)-24	Способен оценить перспективы развития физических установок и систем автоматизированного управления, использовать современные достижения в научно-исследовательских работах	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Прохождение процедуры внешнего рецензирования и предварительной защиты.
ПК(У)-25	Способен разрабатывать научно-техническую документацию, осуществлять подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных работ	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Периодическое взаимодействие с консультантом, осуществляющим нормоконтроль.
Профессиональные компетенции университета		
ДПК (У)-1	Способен выполнять расчет и проектирование программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования.	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Периодическое взаимодействие с консультантом, осуществляющим нормоконтроль.
Профессионально-специализированные компетенции университета		
ДПСК (У)-1	Способен применять знания о протекающих процессах в ядерных энергетических установках, знания о технологических процессах и аппаратах производств ядерного топливного цикла для понимания целей и задач АСУ ТП	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения. Прохождение процедуры внешнего рецензирования и предварительной защиты. Еженедельные отчеты на специально организуемых семинарах.
ДПСК (У)-2	Способен применять знания теории и практики АСУ ТП, включающие математическое, информационное, алгоритмическое и техническое обеспечения для обслуживания и проектирования этих систем в соответствии с заданными требованиями и условиями	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов. Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований.
ДПСК (У)-3	Способен применять знания о технологических процессах и аппаратах ядерного топливного цикла, знания о процессах в ядерных реакторах для разработки их математического описания с целью проведения исследований и проектирования АСУ ТП.	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов. Планирование, реализация и анализ результатов экспериментальных исследований.
ДПСК (У)-4	Способен применять полученные знания в области электроники и	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов, создание

Код компетенции	Наименование компетенции	Разделы и этапы ВКР
	автоматики для проектирования новых технических средств систем автоматизированного управления	программного/аппаратного/алгоритмического/математического и пр. обеспечения.
ДПСК (У)-5	Способен применять знания общей структуры АСУ ТП ядерного топливного цикла с целью понимания роли в ней отдельных технологических процессов	Выполнение аналитического обзора, теоретического анализа, инженерных расчетов

3. Структура выпускной квалификационной работы

ВКР имеет следующую структуру:

- Титульный лист,
- Запланированные результаты обучения по программе,
- Задание на выполнение ВКР,
- Реферат,
- Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки,
- Оглавление,
- Введение,
- Обзор литературы,
- Объект и методы исследования,
- Расчеты и аналитика (аналитический обзор, теоретический анализ, инженерные расчеты, разработка конструкции, технологическое, организационное, эргономическое проектирование и др.),
- Результаты проведенного исследования (разработки),
- Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»,
- Раздел «Социальная ответственность»,
- Заключение (выводы),
- Список публикаций студента,
- Список использованных источников,
- Приложения.

4. Методика оценки выпускной квалификационной работы

4.1. ВКР оценивается на заседании ГЭК. Члены ГЭК оценивают содержание работы и ее защиту, включающую доклад и ответы на вопросы, по критериям, приведенным в разделе 5.

4.2. Согласованная итоговая оценка выставляется на основании оценок членов ГЭК с учетом оценки руководителя ВКР. Итоговая оценка по результатам защиты ВКР выставляется в традиционной форме (в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания ТПУ).

5. Критерии оценки выпускной квалификационной работы

На основании приведенных критериев при оценке ВКР делается вывод о сформированности соответствующих компетенций:

Критерии оценки ВКР	Соответствие традиционной оценке
– Полное соответствие ВКР заданию, цель достигнута, задачи выполнены, принятые решения четко обоснованы – Структура, оформление пояснительной записки и демонстрационного материала соответствует предъявляемым требованиям, не имеет существенных недостатков – Наличие положительных отзывов руководителя ВКР и внешнего	«Отлично»

рецензента – Ответы на вопросы комиссии и замечания руководителя и внешнего рецензента сформулированы с исчерпывающей аргументацией и свидетельствуют о самостоятельном выполнении работы и полном и разностороннем осознании задач, решенных в рамках выполнения ВКР.	
– Полное соответствие ВКР заданию, цель достигнута, задачи выполнены, принятые решения обоснованы частично – Структура, оформление пояснительной записки и демонстрационного материала соответствует предъявляемым требованиям, имеются незначительные недостатки – Наличие положительных отзывов руководителя ВКР и внешнего рецензента – Ответы на вопросы комиссии и замечания руководителя и внешнего рецензента достаточно аргументированы и свидетельствуют о самостоятельном выполнении работы, но не полном и разностороннем осознании задач, решенных в рамках выполнения ВКР.	«Хорошо»
– Не полное соответствие ВКР заданию, цель достигнута частично, задачи выполнены не в полном объеме, принятые решения обоснованы частично или не обоснованы вовсе – Структура, оформление пояснительной записки и демонстрационного материала частично соответствует предъявляемым требованиям, имеются значительные недостатки – Наличие положительных отзывов руководителя ВКР и внешнего рецензента – Ответы на вопросы комиссии и замечания руководителя и внешнего рецензента не аргументированы и свидетельствуют о не вполне самостоятельном выполнении работы, не полном осознании задач, решенных в рамках выполнения ВКР.	«Удовл.»
– Не соответствие ВКР заданию, цель не достигнута или достигнута частично, задачи выполнены не в полном объеме, принятые решения не обоснованы вовсе – Структура, оформление пояснительной записки и демонстрационного материала не соответствует или соответствует частично предъявляемым требованиям, имеются значительные недостатки – Наличие отрицательных отзывов руководителя ВКР и внешнего рецензента – Ответы на вопросы комиссии и замечания руководителя и внешнего рецензента не аргументированы и свидетельствуют о не самостоятельном выполнении работы, полном не понимании докладываемого материала	«Неудовл.»

Разработчики:

Должность		ФИО
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры, д.т.н.		Горюнов А.Г.
Доцент ОЯТЦ		Павлов В.М
Доцент ОЯТЦ		Ефремов Е.В.

ФОС одобрен на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «28» июня 2019 г. №16).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения на правах кафедры, д.т.н.



_____ А.Г. Горюнов
подпись

Лист изменений ФОС государственной итоговой аттестации:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно-топливного цикла (протокол)
2020/2021 учебный год	Изменен примерный перечень теоретических вопросов.	от 01.09.2020 г. №29-д
2021/2022 учебный год	1. Внесены изменения и дополнения в перечень компетенций ООП (в т.ч. соответствие компетенций ФГОС и СУОС)	от 31.08.2021 г. № 43