

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ**

По специальности
14.05.02 «Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг»

Основная профессиональная образовательная программа
«Системы контроля и управления атомных станций»

Балаково

Программа государственной (итоговой) аттестации разработана на основе образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно установленного НИЯУ МИФИ по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Общие положения

Государственная итоговая аттестация является частью оценки качества освоения основной профессиональной образовательной программы специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и является обязательной процедурой для выпускников очной формы обучения.

Государственная итоговая аттестация выпускников специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» проводится в виде итогового междисциплинарного государственного экзамена по специальности и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР), что позволяет наиболее полно проверить освоенность выпускником профессиональных компетенций, готовность к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям образовательного стандарта высшего образования НИЯУ МИФИ.

К итоговым аттестационным испытаниям, входящим в состав государственной итоговой аттестации, допускается обучающийся БИТИ НИЯУ МИФИ, не имеющий академической задолженности и успешно завершивший в полном объеме освоение основной образовательной программы по имеющей государственную аккредитацию специальности подготовки высшего образования.

При условии успешного прохождения Государственной итоговой аттестации, выпускнику БИТИ НИЯУ МИФИ присваивается соответствующая квалификация и выдается диплом об образовании образца, устанавливаемого Министерством образования и науки Российской Федерации.

Квалификация «Инженер-физик» по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» – это академическая степень, отражающая образовательный уровень выпускника, которая свидетельствует о наличии фундаментальной подготовки по соответствующей специальности высшего образования: владение теоретическими знаниями и практическими навыками в области проектирования, создания и эксплуатации систем контроля и управления атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию.

Подготовка по образовательной программе ведется в рамках профессиональных стандартов (с указанием трудовых функций):

Профессиональный стандарт 24.009 Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями. В/03.7. Управление ресурсами проекта.

Профессиональный стандарт 24.030 Специалист по экологической и радиационной безопасности плавучих атомных станций. В/03.7. Организация контроля состояния и поддержания готовности и работоспособности систем ядерной, экологической и радиационной безопасности.

Профессиональный стандарт 24.031 Специалист в области учета и контроля ядерных материалов в области атомной энергетики. В. Организация и контроль выполнения работ, связанных с учетом и контролем ядерных материалов и обеспечением ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС.

Профессиональный стандарт 24.032 Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение). В. Обеспечение безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС. В/01.7. Обеспечение взаимодействия в процессе инженерно-технической поддержки при эксплуатации реакторного оборудования, технологических систем, основных фондов реакторного отделения АЭС.

Профессиональный стандарт 24.033 Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции. С. Контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ (по профилю подразделения). С/01.7. Организация и контроль выполнения производственным подразделением работ по обеспечению

эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС. С/03.7. Организация и контроль выполнения ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ, контроль своевременности проведения профилактических осмотров и различных видов ремонта. С/04.7. Обеспечение и контроль безопасного проведения работ и соблюдения требований охраны труда, радиационной и пожарной безопасности.

Профессиональный стандарт 24.062 Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии. А/01.6. Выполнение работ по подготовке к проектированию вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии. В. Разработка проекта по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии. В/01.7. Подготовка проектной документации по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии. В/02.7. Определение потребности в технических средствах в проектах по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии. В/04.7. Техничко-экономическое обоснование проектных решений по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

Профессиональный стандарт 24.078 Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработка предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий.

Профессиональный стандарт 24.081 Специалист (инженер) в области технического обслуживания и ремонта на атомной станции. В. Разработка, организация и анализ процедур технического обслуживания и ремонта оборудования и трубопроводов технологических систем. С. Планирование, организация и контроль технического обслуживания и ремонта оборудования и трубопроводов технологических систем.

Профессиональный стандарт 24.088 Специалист (инженер) по эксплуатации и руководству эксплуатацией блока (блоков) атомной электростанции. В/01.7. Обеспечение эксплуатации, проведения ремонтов, технического обслуживания, наладки и испытаний оборудования реакторного (реакторно-турбинного) цеха. Д. Обеспечение режима нормальной эксплуатации оборудования и технологических систем реакторного (реакторно-турбинного) цеха атомной электростанции.

Паспорт программы государственной (итоговой) аттестации Область применения программы ГИА

Программа государственной итоговой аттестации (далее программа ГИА) является частью основной образовательной программы в соответствии с образовательным стандартом высшего образования, самостоятельно установленного НИЯУ МИФИ по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» (основная профессиональная образовательная программа «Системы контроля и управления атомных станций») в части освоения видов профессиональных деятельности:

- научно-исследовательская;
- проектная;
- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая.

Цели государственной итоговой аттестации

Целью государственной итоговой аттестации (далее ГИА) является установление уровня подготовки выпускника БИТИ НИЯУ МИФИ к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям образовательного стандарта высшего образования НИЯУ МИФИ по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», основная профессиональная образовательная программа «Системы контроля и управления атомными станциями» (далее ОС ВО НИЯУ МИФИ). ГИА призвана способствовать систематизации и закреплению знаний и умений обучающегося по специальности при решении конкретных профессиональных задач, определять уровень подготовки выпускника к самостоятельной работе.

Количество часов, отводимое на государственную (итоговую) аттестацию:
всего – 324 часа.

Виды итоговых государственных аттестационных испытаний

К формам итоговых аттестационных испытаний итоговой государственной аттестации выпускников НИЯУ МИФИ, обучающихся по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» по основной профессиональной образовательной программе «Системы контроля и управления атомными станциями» относятся:

- государственный экзамен по специальности;
- защита выпускной квалификационной работы.

Государственный экзамен по специальности

Общие сведения

Государственный экзамен предназначен для установления теоретической и практической подготовленности выпускника требованиям ОС НИЯУ МИФИ по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» по основной профессиональной образовательной программе «Системы контроля и управления атомными станциями».

Контролируемые компетенции

Государственный экзамен ориентирован на оценку уровня сформированности следующих **профессиональных компетенций**:

научно-исследовательская деятельность:

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	ПК-1 Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок	З-ПК-1 Знать: современную техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок. У-ПК-1 Уметь: использовать научно-техническую информацию для проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок. В-ПК-1 Владеть: методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок.
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стан-	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в	ПК-2 Способен проводить математическое моделирование для	З-ПК-2 знать методы математического анализа для моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеха-

дартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС	ническом оборудовании АЭС У-ПК-2 уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС, В-ПК-2 владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-3 Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации	З-ПК-3 знать методы проведения исследований физических процессов У-ПК-3 уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок В-ПК-3 владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; составление технической документации (графиков работ, инструкций, смет, планов, заявок на материалы и оборудование) и подготовка отчетности по установленным формам.	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно –физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-4 Способен составить отчет по выполненному заданию, готов к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ	З-ПК-4 Знать: нормативные документы для составления отчетов по выполненным заданиям У-ПК-4 Уметь: обобщать и анализировать научно-техническую информацию В-ПК-4 Владеть: методами проектирования ЯЭУ и внедрения результатов исследований в эксплуатацию

проектная деятельность:

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Разработка проектной и рабочей тех-	Современная электронная схемотех-	ПК-5 Способен формулировать	З- ПК-5 Знать: методологию проектной деятельности; жиз-

<p>нической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ</p>	<p>ника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.</p> <p>Ядерно- энергетическое, тепломеханическое, транспортно- технологическое и иное оборудование атомных станций.</p>	<p>цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач</p>	<p>ненный цикл проекта, основные критерии и показатели эффективности и безопасности;</p> <p>У- ПК-5 Уметь: формулировать цели и задачи проекта;</p> <p>В- ПК-5 Владеть: методами анализа результатов проектной деятельности</p>
<p>Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ</p>	<p>Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.</p> <p>Ядерно- энергетическое, тепломеханическое, транспортно- технологическое и иное оборудование атомных станций.</p>	<p>ПК-6 Способен к конструированию и проектированию узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием и требованиями безопасной работы с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>З- ПК-6 Знать: требования безопасной работы, предъявляемые к узлам и элементам систем;</p> <p>У- ПК-6 Уметь: конструировать и проектировать элементы систем в соответствии с техническим заданием;</p> <p>В- ПК-6 Владеть: средствами автоматизации проектирования.</p>
<p>Проведение предварительного технико-экономического обоснования при проектировании ядерных энергетических установок, их основного оборудования, технологических систем, систем контроля и управления.</p>	<p>Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.</p>	<p>ПК-7 Способен к проведению предварительных технико-экономических расчетов в области проектирования ядерных энергетических установок</p>	<p>З-ПК-7 знать методы технико-экономических расчетов;</p> <p>У-ПК-7 уметь проводить технико-экономические расчеты в области проектирования ядерных энергетических установок;</p> <p>В-ПК-7 владеть современными пакетами прикладных компьютерных программ для технико-экономических расчетов.</p>
<p>Разработка проектов элементов обо-</p>	<p>Современная электронная схемотех-</p>	<p>ПК-8 Способен использовать</p>	<p>З-ПК-8 Знать основные физические законы и стандартные</p>

рудования, технологически х систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим заданием. с использованием средств автоматизации проектирования	ника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно–физическими установками.	информационные технологии при разработке новых установок, материалов, приборов и систем, готовностью осуществлять сбор, анализ и подготовку исходных данных для проектов ЯЭУ и их компонентов	прикладные пакеты используемые при проектировании физических установок и систем; У-ПК-8 уметь применять информационные технологии и прикладные пакеты используемые при проектировании физических установок и систем; В-ПК-8 владеть методами анализа и исходных данных для проектов ЯЭУ и их компонентов
---	--	---	--

производственно-технологическая деятельность:

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Анализ процессов в ядерных энергетических установках с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы; обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами на АЭС (и ЯЭУ).	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно - физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-9 Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	З-ПК-9 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; У-ПК-9 уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-9 владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.
Обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении	Организационные и технические средства, обеспечивающие ядерную и радиационную Безопасность атомных	ПК-10 Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из экс-	З-ПК-10 Знать: критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ У-ПК-10 Уметь: проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ В-ПК-10 Владеть: методами

нии с ядерным топливом и другими отходами на АЭС (и ЯЭУ).	станций и ядерных энергетических установок.	плутации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами	оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами
Разработка проектно-технологической документации по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.	Ядерно-энергетическое, тепло-механическое, транспортно-технологическое и иное оборудование атомных станций.	ПК-11 Способен анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС	З-ПК-11 знать правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ У-ПК-11 уметь проводить монтаж, ремонт и демонтаж оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС В-ПК-11 владеть навыками монтажных и демонтажных работ на технологическом оборудовании

а также **профессиональная компетенция профиля:**

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Анализ процессов в ядерных энергетических установках с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы; обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивным и отходами на АЭС (и ЯЭУ).	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-9.1 Способен осуществлять контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ	З-ПК-9.1 Базовые знания в естественнонаучных и технических областях по профилю деятельности. Технологию и технологические системы АС, состав, функции и алгоритмы автоматизированной системы управления технологическими процессами АС, систем контроля и управления, регламента эксплуатации АС. Назначения, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и аппаратуры СУЗ АС. Технические характеристики оборудования КИПиА и аппаратуры СУЗ, их территориальное расположение на АС, устройство и принципы работы. У-ПК-9.1 Пользоваться конструкторской, технической, производственно-технологической и норма-

			<p>тивной документацией. Использовать информационные технологии при реализации профессиональной деятельности. Принимать и осваивать вновь вводимые СИ, СА и аппаратуру СУЗ.</p> <p>В-ПК-9.1 Современными средствами, передовыми технологиями контроля и измерений и перспективами их развития. Принципами и методами контроля и обеспечения качества эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ.</p>
--	--	--	--

Содержание программы государственного экзамена

Государственный экзамен проводится в письменной форме в течении 4 часов и представляет собой ответы на три теоретических вопроса и решение двух практических задач.

Дисциплина ОП	Вопросы государственного экзамена	Код и наименование индикатора достижения компетенций
Управление ядерными энергетическими установками	1. Управление реактором на малых уровнях мощности 1. Характеристика положения в активной зоне, интегральная и дифференциальная эффективность стержня-поглотителя 2. Интерференция подвижных стержней-поглотителей 4. Характер изменения концентрации борной кислоты в первом контуре при водообмене 5. Интегральная эффективность борной кислоты	ПК-1 ПК-3 ПК-9
АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация)	1. Основные свойства теплоносителя и конструкционных материалов, влияющие на проектирование и эксплуатацию парогенераторов. 2. Назначение, технические характеристики и внутрикорпусные устройства парогенератора ПГВ-1000М. 3. Регенеративный подогрев питательной воды. Термодинамические основы регенерации тепла. 4. Система аварийного и планового расхолаживания. Назначение, параметры, принцип работы. 5. Основное оборудования АЭС. Основные требования к оборудованию ЯЭУ.	ПК-1 ПК-3 ПК-9 ПК-11 ПК-9.1
Математическое моделирование процессов в оборудовании АЭС	1. Основные уравнения, используемые при выводе уравнений динамики объектов АЭС. Уравнения сохранения массы, энергии, количества движения. Уравнения состояния и краевые условия. 2. Математическая модель пароводяного теплообменника. 3. Математическая модель деаэратора по давлению. 4. Математическая модель участка регулирования уровня однородной жидкости. 5. Математическая модель участка регулирования давления.	ПК-2
Режимы работы и эксплуатации обо-	1. Режимы эксплуатации энергоблока, критерии переходов из одного режима в другой. Состояния реакторной	ПК-3 ПК-9

рудования АЭС / Основы эксплуата- ции реакторного оборудования АЭС	установки. 2. Энерговыведение в активной зоне реактора и способы его регулирования 3. Классификация технологических систем по характеру выполняемых функций и влиянию на безопасность. Системы нормальной эксплуатации. Примеры. 4.. Жизненный цикл ядерного топлива 5. Жизненный цикл блока АЭС. Этапы ввода нового блока. Продление срока эксплуатации энергоблока	ПК-9.1 ПК-11
Основы научных исследований	1 Классификации научных исследований 2. Аттестация научных работников 3. Основные этапы проведения НИР 4. Содержание заявки на изобретение (на выдачу патента) 5. Новые решения, не имеющие изобретательского уровня новизны	ПК-1 ПК-4
Теория автоматического управления	1. Функциональные и структурные схемы САУ. Математическое описание элементов и систем. Временные и частотные характеристики. 2. Устойчивость САУ. Критерии устойчивости Михайлова, Найквиста, логарифмический. 3. Показатели качества переходных процессов: прямые и косвенные. 3. Корректирующие устройства САУ. ПИД-регулирование в САУ. 4. Нелинейные САУ. Основные виды нелинейностей. Методы анализа нелинейных САУ. 5. Цифровые САУ. Функциональная схема и математическое описание	ПК-5
Жизненный цикл и проектирование АСУ технологическими процессами	1. Трехуровневая модель АСУ. Понятие жизненного цикла АСУ 2. Каскадная модель процесса создания АСУ. Стадии и этапы проектирования. 3. Архитектура АСУ ТП с одним компьютером и одним устройством ввода и вывода 4. Структура и состав ПЛК	ПК-5 ПК-6 ПК-7
Конструирование, технология, изготовление и эксплуатация электронной аппаратуры	1. Классификация электронной аппаратуры по функциональному назначению, конструктивной базе и условиям эксплуатации 2. Принципы построения базовых несущих конструкций модулей электронной аппаратуры. 3. Защита электронной аппаратуры от дестабилизирующих факторов. 4. Способы охлаждения электронной аппаратуры 5. Эргономика. Компоновка панелей управления электронной аппаратуры.	ПК-1 ПК-6 ПК-9.1
Организация, управление и планирование производства	1.Производственная структура предприятий ядерной энергетической отрасли. 2.Основные и вспомогательные подразделения энергетических предприятий. 3. Содержание и принципы управления. Функции и методы управления. 4. Сущность, цели, функции и задачи планирования. 5. Научные подходы к разработке управленческих решений.	ПК-5 ПК-7
Автоматизированное проектирование	1. Понятие автоматизированного проектирования электронных элементов и систем.	ПК-4 ПК-6

электронных элементов и систем	2. Стадии и этапы процесса проектирования электронных элементов и систем. 3. Печатные платы. Методы изготовления печатных плат. 4. Системы автоматизированного проектирования электронных элементов и систем. 5. Параметры конструкций печатных плат. Требования к конструкциям печатных плат.	ПК-8
Ядерные энергетические реакторы	1. Основные типы реакторов, классификация ядерных энергетических реакторов. 2. Ядерный реактор серии РБМК. 3. Ядерный реактор серии ВВЭР. 4. Реакторы с натриевым теплоносителем. 5. Реакторные материалы	ПК-1 ПК-3 ПК-9
Физика ядерных реакторов	1. Нейтронный цикл и характеристики его физических процессов 2. Уравнение возраста Ферми и вероятность избежания утечки нейтронов при замедлении 3. Волновое уравнение, уравнение критичности реактора и величина вероятности избежания утечки тепловых нейтронов 4. Граничные условия решение волнового уравнения для цилиндрической гомогенной активной зоны 5. Коэффициент использования тепловых нейтронов в гетерогенной двухзонной цилиндрической ячейке. Внешний и внутренний блок-эффекты.	ПК-9
Динамика ядерных реакторов	1. Генерация в ядерных реакторах запаздывающих нейтронов и их характеристики 2. Решение системы дифференциальных уравнений кинетики. Уравнение обратных часов 3. Переходные процессы при сообщении реактору положительных реактивностей. Мгновенная критичность реактора как источник ядерной опасности. 4. Характеристики наиболее распространённых выгорающих поглотителей. Факторы, определяющие скорость выгорания 5. Дифференциальные уравнения отравления реактора ксеноном. Величина потерь реактивности при стационарном отравлении реактора ксеноном.	ПК-9
Радиационная безопасность АЭС / Дозиметрия ионизирующих излучений	1. Базовые дозиметрические величины 2. Нормируемые дозиметрические величины 3. Взаимодействие нейтронов с веществом. Ослабление не рассеянного нейтронного излучения 4. Взаимодействие фотонов с веществом. Линейный коэффициент ослабления фотонного излучения. 5. Основные положения норм радиационной безопасности НРБ-99/2009.	ПК-3 ПК-9 ПК-10
Производство ремонта и монтажа оборудования АЭС / Ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического оборудования АЭС	1. Особенности диагностики и ремонта корпуса реактора ВВЭР-1000. Наиболее вероятные места появления дефектов. 2. Особенности диагностики и ремонта парогенераторов ПГВ-1000М. 3. Особенности производства работ по монтажу и демонтажу парогенераторов. 4. Особенности диагностики и ремонта насосного оборудования. 5. Особенности диагностики и ремонта трубопроводной арматуры.	ПК-9.1 ПК-11

	6. Особенности производства ремонтных работ реакторов на быстрых нейтронах.	
Безопасность жизнедеятельности	1) Оценка ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок (ПК-10) 2) Обеспечение радиационной безопасности при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами (ПК-10) 3) Требования охраны труда, предъявляемые к организации рабочих мест (ПК-12) 4) Система нормативных документов в области использования атомной энергии (ПК-12, ПК-13) 5) Безопасная эксплуатация технологического оборудования атомной отрасли (ПК-13)	ПК-10,
Исполнительные устройства систем управления	1. Исполнительные устройства систем управления АЭС. Виды арматуры АЭС. 2. Исполнительные устройства систем управления АЭС. Виды исполнительных механизмов АЭС (МЭО, МЭОВ, МЭМ, МЭП) 3. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока 4. Частотное регулирования скорости короткозамкнутого асинхронного двигателя 5. Система управления электроприводом с подчиненным регулированием координат.	ПК-9.1
АСУ технологическими процессами АЭС	1. Аппаратура контроля нейтронного потока (АКНП): назначение, структура, принцип работы. 2. Система внутриреакторного контроля: назначение, структура, принцип работы 3. Система формирования аварийных и предупредительных защит: назначение, структура, принцип работы. 4. АРМ-03Р, АРОМ-03Р: назначение, структура, принцип работы 5. Принцип глубокоэшелонированной защиты	ПК-8 ПК-9.1
Автоматизация ядерных энергетических установок / Современные системы управления ЯЭУ	1. САР мощности реактора (АРМ). Назначение регулятора ограничения мощности (РОМ), влияние работоспособности оборудования на мощность реактора 2. САР поддержания давления (объема) теплоносителя в реакторе 3. САР поддержания уровня в парогенераторах конденсаторах турбоагрегатов. 4. САР давления и уровня в деаэраторах. 5. САР регенеративных подогревателей	ПК-8 ПК-9.1
Проектирование систем управления	1. Анализ промышленного процесса как объекта управления 2. Выбор технологических переменных. Составление схемы материальных потоков. Составление структурной схемы САУ. 3. Критерии выбора первичных, вторичных и промежуточных преобразователей (датчиков). 4. Критерии выбора автоматических регуляторов (промышленных контроллеров) и исполнительных устройств. 5. Разработка функциональных схем автоматизации	ПК-5 ПК-6 ПК-9.1
Датчики и детекторы физических установок	1. Датчики температуры. Термоэлектрические термометры и термометры сопротивлений. Вторичные приборы для датчиков температуры. 2. Датчики давления. Тензометрические преобразовате-	ПК-1 ПК-3 ПК-6 ПК-9

	ли. Деформационные манометры. 3. Датчики расхода. Расходомеры на основе переменного перепада давления. Расходомеры на основе метода динамического напора. 4. Анализаторы состава жидкостей. Датчики концентрации растворенных в воде газов. 5. Ионизационные камеры. Классификация нейтронных детекторов ЯЭУ.	ПК-9.1
--	--	--------

Показатели и критерии оценивания освоения компетенций на государственном экзамене

Баллы по отдельным разделам и суммарная оценка на государственном экзамене выставляются в соответствии со следующей таблицей

Раздел государственного экзамена	Минимальный балл	Максимальный бал
Теоретический вопрос 1	12	20
Теоретический вопрос 2	12	20
Теоретический вопрос 3	12	20
Практическая задача 1	12	20
Практическая задача 2	12	20
Общая оценка за государственный экзамен	60	100

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом по отдельным разделам государственного экзамена, оценка выставляется по четырехбалльной шкале оценки знаний, а также по стобалльной шкале европейской системы ECTS в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

Выпускная квалификационная работа (ВКР)

Общие сведения

Защита выпускной квалификационной работы проводится с целью определения уровня освоения выпускником профессиональных компетенций, готовности выпускника к выполнению профессиональных видов деятельности, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ. В процессе выполнения ВКР студенты подтверждают владение компетенциями, формируемыми во время всего срока обучения по специальности. Выпускная квалификационная работа выполняется на базе теоретических знаний и практических навыков, полученных выпускником в течение всего срока обучения

Контролируемые компетенции

Выпускная квалификационная работа ориентирована на оценку уровня сформированности следующих **общепрофессиональных компетенций**:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен использо-	3-ОПК-1 Знать: базовые законы естественнонаучных

	<p>вать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-ОПК-1 Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>В-ОПК-1 Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов</p>
ОПК-2	<p>Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики и технологий</p>	<p>З-ОПК-2 Знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности; базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов</p> <p>У-ОПК-2 Уметь: составлять общий план работы по заданной теме; предлагать методы исследования и способы обработки результатов; проводить исследования по согласованному с руководителем плану; представлять полученные результаты</p> <p>В-ОПК-2 Владеть: систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки в области ядерной энергетики; базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.</p>
ОПК-3	<p>Способен понимать принципы работы информационных технологий; осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной</p>	<p>З-ОПК-3 Знать средства и методы поиска, анализа, обработки и хранения информации, в том числе виды источников информации, поисковые системы и системы хранения информации, требования информационной безопасности, включая защиту государственной тайны</p> <p>У-ОПК-3 Уметь осуществлять поиск, хранение, анализ и обработку информации, представлять ее в требуемом формате; применять компьютерные и сетевые технологии, выполнять требования информационной безопасности и защиты государственной тайны</p> <p>В-ОПК-3 Владеть навыком поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p>

	тайны	
ОПК-4	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	З-ОПК-4 Знать основные принципы и требования построения алгоритмов, синтаксис языка программирования У-ОПК-4 Уметь разрабатывать алгоритмы для решения практических задач согласно предъявляемым требованиям В-ОПК-4 Владеть средой программирования и отладки для разработки программ для практического применения
ОПК-5	Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	З-ОПК-5 Знать: требования к оформлению результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ У-ОПК-5 Уметь: оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ В-ОПК-5 Владеть: навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ

универсальных компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла В-УК-2 Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффек-

		тивности
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>З-УК-3 Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства</p> <p>У-УК-3 Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели</p> <p>В-УК-3 Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом</p>
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<p>З-УК-4 Знать: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия</p> <p>У-УК-4 Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия</p> <p>В-УК-4 Владеть: методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий</p>
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	<p>З-УК-5 Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия</p> <p>У-УК-5 Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p> <p>В-УК-5 Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия</p>
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	<p>З-УК-6 Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения</p> <p>У-УК-6 Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности</p> <p>В-УК-6 Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик</p>
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физического	З-УК-7 Знать: виды физических упражнений; роль и значение физической культуры в жизни человека и общества; научно-практические основы физической культуры, профи-

	ской подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	<p>лактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни</p> <p>У-УК-7 Уметь: применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; использовать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни</p> <p>В-УК-7 Владеть: средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>
УК-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	<p>З-УК-8 Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте</p> <p>У-УК-8 Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте</p> <p>В-УК-8 Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте</p>
УК-9	Способен принимать ответственные решения и действовать в интересах широких социальных групп и общества в целом, в том числе через участие в волонтерских движениях	<p>З-УК-9 Знать государственную политику, цели, задачи и виды добровольческой (волонтерской) деятельности, нормативно-правовые основы законодательства в этой области</p> <p>У-УК-9 Уметь применять междисциплинарные знания и профильные практические навыки в области содействия развитию добровольчества (волонтерства)</p> <p>В-УК-9 Владеть методами и способами содействия формированию добровольчества (волонтерства), навыками организации труда добровольцев (волонтеров)</p>
УК-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	<p>З-УК-10 Знать: основные документы, регламентирующие финансовую грамотность в профессиональной деятельности; источники финансирования профессиональной деятельности; принципы планирования экономической деятельности; критерии оценки затрат и обоснованности экономических решений</p> <p>У-УК-10 Уметь: обосновывать принятие экономических решений в различных областях жизнедеятельности на основе учета факторов эффективности; планировать деятельность с учетом экономически оправданных затрат, направленных на достижение результата</p> <p>В-УК-10 Владеть: методикой анализа, расчета и оценки экономической целесообразности планируемой деятельности</p>

		(проекта), его финансирования из внебюджетных и бюджетных источников
УК-11	Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	<p>З-УК-11 Знать: действующие правовые нормы, обеспечивающие противодействие экстремизму, терроризму и коррупционному поведению; признаки экстремизма, терроризма и коррупционного поведения; основы профилактики экстремизма, терроризма и коррупционного поведения</p> <p>У-УК-11 Уметь: планировать, организовывать и проводить мероприятия, обеспечивающие формирование гражданской позиции на основе нетерпимости к экстремизму, терроризму и коррупционному поведению; применять меры противодействия экстремизму, терроризму и коррупционному поведению при осуществлении профессиональной деятельности</p> <p>В-УК-11 Владеть: навыками формирования нетерпимого отношения к экстремизму, терроризму и коррупционному поведению; навыками противодействия экстремизму, терроризму и коррупционному поведению при осуществлении профессиональной деятельности</p>
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<p>З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами</p>
УКЦ-1	Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	<p>З-УКЦ-1 Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий</p> <p>У-УКЦ-1 Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий</p> <p>В-УКЦ-1 Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий</p>
УКЦ-2	Способен искать	З-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с

	<p>нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач</p>	<p>использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности</p>
УКЦ-3	<p>Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций</p>	<p>3-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>В-УКЦ-3 Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p>

а также профессиональных компетенций, указанных в разделе «Государственный экзамен по специальности».

Содержание выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа представляет собой самостоятельное и логически завершенное исследование, связанное с решением научно-практической задачи, соответствующей избранной специальности. ВКР может иметь характер опытно-конструкторской работы или научно-исследовательскую направленность.

Тема ВКР должна быть актуальной и соответствовать современному уровню и перспективным направлениям развития систем контроля и управления ядерных энергетических установок. Формулировка темы должна быть краткой, отражать суть выпускной квалификационной работы, содержать указание на объект и предмет исследования. При формулировании темы выпускной квалификационной работы следует руководствоваться актуальностью проблемы, возможностью получения конкретных исходных данных, наличием специальной научной литературы, ее практической значимостью. Разрешается закрепление одной и той же темы за двумя-

тремя студентами (не более) из одной группы, но при этом они должны выбрать различные объекты изучения. Выбор темы выпускной квалификационной работы, формулировка и её утверждение должны быть завершены до начала преддипломной практики. Тема ВКР может быть предложена студентом самостоятельно, исходя из собственного интереса к решаемой проблеме, степени ее проработанности или других предпочтений, после согласования с руководителем ВКР тема принимается на заседании кафедры и утверждается совместно с кандидатурой руководителя ВКР распоряжением по деканату. Этим же распоряжением назначаются консультанты по экономической части, по вопросам безопасности жизнедеятельности и охраны труда, экологической безопасности. Подбор материалов для ВКР и разработка отдельных вопросов может осуществляться студентом во время прохождения преддипломной производственной практики, производственной практики (научно-исследовательской работы), производственной практики (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), выполнения курсового проекта и курсовой работы по дисциплине «Системы управления».

Оформление выпускной квалификационной работы специалиста должно соответствовать следующим требованиям: - рекомендуемый объем пояснительной записки (текстовой части ВКР) – 40 - 70 страниц текста, исключая таблицы, рисунки, список использованной литературы, оглавление и приложения; - чертежи выполняются по формату, условные обозначения, масштабы должны соответствовать ЕСКД; - записка должна иметь подписи обучающегося, руководителя дипломной работы (проекта), соруководителя, консультанта и заведующего выпускающего учебного подразделения (кафедры).

Расчетно-пояснительная записка по ВКР должна содержать: реферат, содержание, задание на ВКР, введение, технический анализ современного состояния рассматриваемого вопроса и техническое предложение, основную часть, технико-экономическое обоснование предлагаемой конструкции разрабатываемой системы, разделы, посвященные проработке вопросов безопасности жизнедеятельности и охраны труда, экологической безопасности, заключение, список использованной литературы; приложения.

Реферат содержит общее описание выполненной работы и готовится в двух вариантах на русском и иностранном языке.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, определяются объект, предмет исследования, формулируются цель и задачи исследования.

При техническом анализе рассматриваются существующие конструктивные решения для проектируемой системы, приводятся их преимущества и недостатки, обосновывается выбор того или иного конструкторского решения. Технический анализ проводится на уровне структуры проектируемой системы, ее отдельных подсистем и элементной базы. По результатам проведенного анализа формулируется техническое предложение.

В основной части, как правило, разрабатываются структурные и функциональные схемы проектируемой системы, выполняются предварительные расчеты, приводятся результаты моделирования проектируемой системы, выполняются проверочные расчеты.

В технико-экономическом обосновании проводится расчет экономической эффективности разрабатываемой системы, результаты расчета сравниваются с базовым вариантом и известными аналогами. Методика технико-экономического обоснования и его результаты согласовываются с консультантом по экономической части.

Содержание разделов безопасности жизнедеятельности и охраны труда, экологической безопасности определяются студентом совместно с консультантами по соответствующим вопросам, контроль проработанности перечисленных вопросов также проводится консультантами.

В заключении подводятся итоги выполненной работы, приводится сравнение разработанной системы с существующими аналогами, делается вывод о достижении цели и решении задач, поставленных и сформулированных во введении.

Список использованной литературы отражает перечень источников, которые использовались при написании выпускной квалификационной работы. Список в обязательном порядке

должен содержать действующие нормативные акты, непосредственно связанные с тематикой ВКР.

В приложении могут быть приведена разработанная текстовая конструкторская документация, результаты компьютерного моделирования, копии документов, выдержек из отчетных материалов, статистические данные, использованные в работе, другие материалы вспомогательного характера.

Допускается существенное отклонение содержания расчетно-пояснительной записки, если она имеет характер опытно-конструкторской работы или научно-исследовательскую направленность.

Выпускная квалификационная работа в обязательном порядке должна проходить проверку на заимствования (антиплагиат), а также процедуру рецензирования.

Материально-техническое обеспечение

Для выполнения ВКР предусмотрен кабинет подготовки к итоговой. В кабинете подготовки к итоговой аттестации располагаются рабочее место для консультанта-преподавателя, рабочие места для студентов, персональный компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением общего и специального назначения и подключением к сети Интернет, принтер, комплект учебно-методической документации, на информационном стенде, а также в информационно-образовательной среде размещаются график выполнения выпускных квалификационных работ со сроками промежуточного контроля, график проведения консультаций по выпускным квалификационным работам руководителями и консультантами по разделам ВКР.

Защита выпускной квалификационной работы проводится в специально подготовленной аудитории, которая должна содержать рабочие места для членов Государственной экзаменационной комиссии, места для присутствующих, компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением общего и специального назначения, мультимедийный проектор и экран.

Рекомендуемая литература

1. Бажанов, В. Л. Теория автоматического управления : учебное пособие / В. Л. Бажанов. — Самара: СамГУПС, 2016. — 47 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/130266/#1>
2. Баклушин, Р. П. Эксплуатация АЭС : учебное пособие / Р. П. Баклушин. — Москва : НИЯУ МИФИ, [б. г.]. — Часть 1,2 — 2011. — 304 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75744/#82>
3. Беспалов, В. И. Лекции по радиационной защите : учебное пособие / В. И. Беспалов. — 5-е изд. . — Томск : ТПУ, 2017. — 695 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/106741/#5>
4. Бушуев, Е. Н. Основы математического моделирования химико-технологических процессов водообработки на ТЭС : учебное пособие / Е. Н. Бушуев. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 168 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/154549/#7>
5. Гаврилов, А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 376 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/122190/#283>
6. Елохин, А. П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды : учебное пособие / А. П. Елохин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 316 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75708/#5>
7. Жарковский Б.И. Приборы автоматического контроля и регулирования (устройство и ремонт): Учеб.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Альянс, 2020. - 336 с.
8. Зайцев, Ю. В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Зайцев. - [Б. м.] : Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 276 с.
9. Захатнов, В. Г. Технические средства автоматизации : учебное пособие / В. Г. Захатнов, В. М. Попов, В. А. Афонькина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 144 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/130159/#2>
10. Зверков, В. В. Программно-технические комплексы АСУТП АЭС. Функциональные и структурные решения : учебное пособие / В. В. Зверков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2018. — 132 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/126661/#1>

11. Игнатов, С. Д. Основы прикладных и научных исследований : учебное пособие / С. Д. Игнатов. — Омск : СибАДИ, 2019. — 95 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/149526/#2>
12. Климанов, В. А. Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие / В. А. Климанов, Е. А. Крамер-Агеев, В. В. Смирнов ; под редакцией В. А. Климанова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 740 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/126644/#468>
13. Козлов, А. Н. Собственные нужды тепловых, атомных и гидравлических станций и подстанций : учебное пособие / А. Н. Козлов, В. А. Козлов, А. Г. Ротачева. — 3-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 315 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/156477/#313>
14. Козлова Т. В. Организация и планирование производства: учебное пособие / Т.В. Козлова. - Москва : ЕАОИ, 2012. - 196 с. <https://ibooks.ru/bookshelf/334531/reading>
15. Коннова, Л. А. Основы радиационной безопасности : учебное пособие / Л. А. Коннова, М. Н. Акимов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 164 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/123473/#3>
16. Королев, С. А. Датчики и детекторы физико-энергетических установок : учебное пособие / С. А. Королев, В. П. Михеев. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 232 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75706/#3>
17. Лебедев, В. А. Ядерные энергетические установки : учебное пособие / В. А. Лебедев. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 192 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/67466/#4>
18. Лескин, С. Т. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР-1000 : учебное пособие / С. Т. Лескин, А. С. Шелегов, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 116 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75760/#2>
19. Музипов, Х. Н. Автоматизированное проектирование средств и систем управления : учебное пособие / Х. Н. Музипов, О. Н. Кузяков. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. — 168 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/28311/#6>
20. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 464 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/42192/#2>
21. Наумов, В. И. Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие / В. И. Наумов. — 2-е изд. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 148 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75778/#3>
22. Пономаренко, Д. А. Основы проектирования автоматизированных систем : учебное пособие / Д. А. Пономаренко, Н. И. Безгачин. — 2-е изд., испр. и доп. — Мурманск : МГТУ, 2016. — 154 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/142630/#2>
23. Проектирование функциональных узлов и модулей радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 252 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/109513/#238>
24. Проскуряков, К. Н. Ядерные энергетические установки [Текст] : учеб. пособ. для вузов / К. Н. Проскуряков. - М. : Изд. дом МЭИ, 2015. - 446 с.
25. Савандер, В. И. Физическая теория ядерных реакторов : учебное пособие / В. И. Савандер, М. А. Увакин. — Москва : НИЯУ МИФИ, [б. г.]. — Часть 2 : Теория возмущений и медленные нестационарные процессы — 2013. — 152 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75779/#4>
26. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике. Т. 3: Теплогидравлические процессы при переходных и нестандартных режимах. Тяжелые аварии. Защитная оболочка. Коды, их возможности, неопределенности. [Текст] / сост., ред. Кирилов П. Л. . - М. : ИздАт, 2014 - 688 с.
27. Физические и конструкционные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие / С. Б. Выговский, А. А. Семенов, Н. О. Рябов, Е. В. Чернов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 376 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75766/#1>
28. Шапошников, В. В. Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / В. В. Шапошников. — Краснодар : КубГТУ, 2019. — 191 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/151182/#5>

29. Широков С.В. Физика ядерных реакторов / С.В. Широков. - Минск : Вышэйшая школа, 2011. - 349 с. <https://ibooks.ru/bookshelf/27658/reading>
30. Шульмин, В. А. Основы научных исследований: Учеб. пособие / В. А. Шульмин. - 3-е изд., стер. - Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 280 с.
31. Юревич Е. И. Теория автоматического управления. – 4-е изд., перераб. и доп. –СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 560 с. <https://ibooks.ru/bookshelf/353580/reading>
32. Якубенко, И. А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 288 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75782/#3>

Организация контроля выполнения и защиты ВКР

Выпускная квалификационная работа, а также ее разделы должны быть подготовлена в сроки, установленные графиком выправления ВКР. По окончании подготовки выпускной квалификационной работы разработанная графическая и текстовая документация подписывается студентом, руководителем ВКР и консультантами по экономической части, по вопросам безопасности жизнедеятельности и охраны труда, экологической безопасности, и утверждаются заведующим кафедрой. После этого разработанная графическая и текстовая документация направляется на рецензирование, рецензент назначается заведующим кафедрой после утверждения материалов ВКР.

Рецензия на выпускную квалификационную работу должна содержать заключение о степени соответствия выполненной выпускной квалификационной работы заданию, актуальности темы ВКР, соответствии полученных результатов последним достижениям науки и техники, оценку качества выполнения графической части и пояснительной записки, грамотности и связанности изложения; соответствия оформления материалов выпускной квалификационной работы требованиям ЕСКД и ГОСТов; перечень положительных качеств выпускной квалификационной работы и ее основных недостатков, замечаний; соответствие выпускной квалификационной работы формируемым компетенциям, предполагаемую оценку выпускной квалификационной работы с учетом выполнения указанных выше критериев. Помимо рецензии, секретарю государственной экзаменационной комиссии представляется отзыв руководителя выпускной квалификационной работы, в котором отмечаются положительные и отрицательные стороны работы, приводится характеристика выпускника, его готовности к профессиональной деятельности и степени самостоятельности при работе над ВКР, предполагаемая оценка выпускной квалификационной работы. Выпускник вправе защищать выпускную квалификационную работу и в случае получения отрицательного отзыва или рецензии.

Защита выпускной квалификационной работы происходит на открытом заседании экзаменационной комиссии, на которой могут присутствовать, задавать вопросы и обсуждать выпускную квалификационную работу все желающие. Защита выпускной квалификационной работы специалиста осуществляется в форме авторского доклада, на который отводится не более 15 минут.

В ходе краткого доклада выпускник обосновывает актуальность выбранной темы, формулирует цель и задачи работы, кратко излагает основное содержание и результаты работы. Доклад сопровождается демонстрационным материалом в виде презентации, выводимой на экран с помощью проекционного оборудования, слайды презентации распечатываются в бумажном виде и представляются каждому члену государственной экзаменационной комиссии.

По окончании доклада выпускник отвечает на вопросы председателя и членов государственной экзаменационной комиссии, а также присутствующих по основным положениям выпускной квалификационной работы.

После ответов выпускника на вопросы зачитывается отзыв научного руководителя и оглашается рецензия. Выпускник имеет право дать свои разъяснения по замечаниям, содержащимся в рецензии и отзыве руководителя.

Оценивание выпускной квалификационной работы производится членами государственной экзаменационной комиссии по следующим критериям:

Наименование и описание критериев оценивания	Коды компетенций, проверяемых с помощью критерия	Максимальное (минимальное) количество баллов
Критерии оценивания выполнения работы		
Обоснованность выбора темы, ее актуальность и полнота раскрытия; точность формулировок цели и задач работы; соответствие темы работы ее содержанию	ОПК-2 ПК-5	5 (3)
Качество подбора и описания используемой информации, в том числе правильность выбора и полнота изучения используемой научно-технической и практической литературы, связь теоретических и практических положений, рассматриваемых в работе с отечественной и зарубежной практикой;	УКЦ-2 ОПК-3 ПК-1	5 (3)
Качество решения сформулированных задач	УКЕ-1 ПК-2 ПК-3 ПК-6 ПК-9 ПК-9.1 ПК-11	40 (24)
Использование современных информационных технологий для решения поставленных задач	УКЦ-1 ОПК-3 ОПК-4 ПК-8	5 (3)
Разработка методик или практических рекомендаций по тематике рассматриваемых задач, обобщение или обоснование и интерпретация полученных при выполнении работы эмпирических и (или) практических результатов, оригинальность и инновационность принимаемых решений	ПК-4 ПК-5 ПК-9	5 (3)
Технико-экономическое обоснование проектируемых систем контроля и управления	ОПК-2 ПК-5 ПК-7 УКЦ-2	5 (3)
Проработка вопросов безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности	УК-8 УКЕ-1 ПК-10	5 (3)
Качество оформления работы, соответствие требования стандартов ЕСКД и другим нормативным документам	ОПК-5 ПК-4	5 (3)
Всего		75 (45)
Критерии оценивания защиты работы		
Качество представления работы, в том числе умение в ограниченное время изложить ее основное содержание	УК-2 ОПК-2 ОПК-5	5 (3)
Полнота и точность ответов на вопросы членов государственной аттестационной комиссии	ПК-1	20 (12)
Всего		25 (15)
ИТОГО		100 (60)

При оценивании выпускной квалификационной работы членами государственной экзаменационной комиссии принимается во внимание отзыв руководителя и рецензия. Оценка за ВКР выставляется по пятибалльной шкале оценки знаний, а также по столбальной шкале европейской системы ECTS в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

Общая оценка за ВКР выставляется как средняя оценка всех членов государственной экзаменационной комиссии.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Программу ГИА составил доцент

Мефедова Ю.А.

Рецензент представитель организации-работодателя / заказчика образовательной программы: Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция»

Первый зам. главного инженера по эксплуатации

Свежинцев Ю.В.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 04.07.2023 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии

Магеррамов Р. А.