

Министерство образования и науки Российской Федерации

Учебно-методическое объединение вузов по образованию в области
энергетики и электротехники

Рекомендовано

Ректор ГОУ ВПО МЭИ (ФУ)

С.В. Серебряников
Серебряников С.В.
2011 г.



**Примерная
основная образовательная программа
высшего профессионального образования**

Направление подготовки

140700 Ядерная энергетика и теплофизика

**Магистерская образовательная программа
«Создание АЭС с теплоносителем и рабочей средой, находящимися при
сверхкритическом давлении (АЭС СКД)»**

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Нормативный срок освоения программы 2 года

Москва. 2011 г.

1. Общие положения

1.1. Настоящая примерная основная образовательная программа (ПрООП) разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) подготовки магистра по направлению 140700 Ядерная энергетика и теплофизика, утвержденному приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 13 января 2010 года № 9.

Примерная основная образовательная программа «Создание АЭС с теплоносителем и рабочей средой, находящимися при сверхкритическом давлении (АЭС СКД)» является системой учебно-методических документов, рекомендуемой вузам для использования при разработке основных образовательных программ (ООП) второго уровня высшего профессионального образования (магистр) по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика в части:

- компетентностно-квалификационной характеристики выпускника;
- содержания и организации образовательного процесса;
- ресурсного обеспечения реализации ООП;
- итоговой государственной аттестации выпускников.

1.2. Цель разработки ПрООП ВПО по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика

Целью разработки примерной основной образовательной программы является методологическое обеспечение реализации ФГОС ВПО по данному направлению подготовки и разработка высшим учебным заведением основной образовательной программы второго уровня ВПО (магистр).

1.3. Характеристика ПрООП по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика

Примерная основная образовательная программа (ПрООП) по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика является программой второго уровня высшего профессионального образования.

Нормативные сроки освоения: 2 года.

Квалификация выпускника в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом: магистр.

2. Характеристика профессиональной деятельности магистров

Компетентностно-квалификационная характеристика выпускников магистратуры по направлению 140700 Ядерная энергетика и теплофизика разработана для примерной основной образовательной программы магистерской подготовки «Создание АЭС с теплоносителем и рабочей средой, находящимися при сверхкритическом давлении (АЭС СКД)».

• область профессиональной деятельности магистров по направлению 140700 Ядерная энергетика и теплофизика:

область профессиональной деятельности магистров включает в себя научно – инженерное обеспечение всех стадий жизненного цикла (проектирование, сооружение, эксплуатация, снятие с эксплуатации) ядерных энергетических установок (ЯЭУ) и атомных электрических станций (АЭС), обладающих повышенными характеристиками экономической эффективности и безопасности, конкурентоспособных на рынках электроэнергии в России и за рубежом.

• объекты профессиональной деятельности магистров по направлению 140700 Ядерная энергетика и теплофизика:

- ядерно – физические, тепло – гидравлические, физико – химические процессы в оборудовании АЭС СКД;
- методы и средства проектирования и обоснования безопасности ЯЭУ и АЭС;
- научные исследования по совершенствованию конструкций и технологий ядерных энергоисточников сверхкритических параметров;
- ядерные энергоисточники сверхкритических параметров как объекты человеческой деятельности на всех стадиях их жизненного цикла;
- персонал, участвующий в процессах жизненного цикла АЭС СКД.

• **виды и задачи профессиональной деятельности магистров по направлению 140700 Ядерная энергетика и теплофизика:**

Магистр по направлению подготовки **140700 Ядерная энергетика и теплофизика** и обучающийся по магистерской образовательной программе «Создание АЭС с теплоносителем и рабочей средой, находящимися при сверхкритическом давлении (АЭС СКД)», готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

- организационно-управленческая;
- научно-исследовательская;
- проектная;
- педагогическая.

(Конкретные виды профессиональной деятельности магистра, указанные в настоящей ПрОП, могут дополняться высшим учебным заведением совместно с заинтересованными работодателями).

Магистр по направлению 140700 Ядерная энергетика и теплофизика должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

организационно-управленческая деятельность:

нахождение компромисса между различными требованиями (стоимость, качество, безопасность и сроки исполнения) как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании и нахождение оптимального решения;

профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращение экологических нарушений;

подготовка заявок на изобретения и промышленные образцы;

оценка стоимости объектов интеллектуальной деятельности;

организация повышения квалификации и тренинга сотрудников подразделений в области инновационной деятельности;

подготовка отзывов и заключений на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения;

поддержка единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции;

разработка планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии;

научно-исследовательская деятельность:

получение новых данных о количественных характеристиках высокотемпературных и низкотемпературных тепловых процессов на основе известных методов экспериментальных и расчетно–теоретических исследований, создание с этой целью необходимых экспериментальных установок или программ расчета на ЭВМ;

разработка новых методов экспериментального и расчетно-теоретического исследований тепловых процессов и создание реализующих эти методы экспериментальных установок и программ расчета на ЭВМ с целью получения новых или более надежных данных о количественных характеристиках тепловых процессов с подтверждением достоверности данных, получаемых на основе разработанных методов;

разработка новых методов исследования высоко- и низкотемпературных процессов на основе современных методик, учитывающих отечественный и мировой уровень развития соответствующих научных направлений;

проектная деятельность:

подготовка заданий на разработку проектных решений;

проведение патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности, определение показателей технического уровня проектных решений;

разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности, планирование реализации проекта;

разработка режимов работы и расчет экономических решений при производстве тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива;

оценка инновационного потенциала проекта и инновационных рисков коммерциализации проектных решений;

педагогическая деятельность:

участие в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и учебно-методической литературы, а также собственных научных исследований;

постановка и модернизация лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профессионального цикла;

проведение аудиторных учебных занятий, включая лабораторные, практические, а также обеспечение научно-исследовательской работы студентов;

применение и разработка новых образовательных технологий, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

3. Требования к результатам освоения основной образовательной программы магистратуры «Создание АЭС с теплоносителем и рабочей средой, находящимися при сверхкритическом давлении (АЭС СКД)» по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика

Магистр в соответствии с целями основной образовательной программы и задачами профессиональной деятельности, указанными в ФГОС ВПО по направлению 140700 Ядерная энергетика и теплофизика должен обладать следующими компетенциями:

Общекультурными(ОК):

-способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенства своей личности (ОК- 1);

-способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (ОК- 2);

-способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, способностью к активной социальной мобильности (ОК -3);

-способностью использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности (ОК- 4);

-способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности за свои решения в рамках профессиональной компетенции, способностью разрешать проблемные ситуации (ОК- 5);

-способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий (ОК-6);

-способностью использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-7);

-способностью использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки (ОК-8);

-готовностью вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, способностью анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ОК -9).

Профессиональными (ПК):

общепрофессиональными:

-способностью и готовностью использовать углубленные знания в области естественнонаучных и гуманитарных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-1);

-способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности (ПК-2);

-способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, □готовностью генерировать (креативность) и использовать новые идеи (ПК- 3);

-способностью находить творческие решения профессиональных задач, готовностью принимать нестандартные решения (ПК- 4);

-способностью анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-5);

-способностью и готовностью применять современные методы исследования, проводить технические испытания и (или) научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы (ПК- 6);

-способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК- 7);

-способностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-8);

-готовностью использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии (ПК-9);

для организационно-управленческой деятельности:

-готовностью осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест, разрабатывать оперативные планы работы первичных производственных подразделений (ПК-10);

-готовностью составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, заявки на материалы, оборудование и т.п.), а также установленную отчетность по утвержденным формам (ПК-11);

-готовностью использовать элементы экономического анализа при организации и проведении практической деятельности на предприятии; способностью владеть методами оценки экономической эффективности научных исследований и разработок (ПК-12);

-способностью разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов, управлять программами освоения новой продукции и технологии (ПК-13);

-способностью разрабатывать эффективную стратегию и формировать активную политику риск-менеджмента на предприятии (ПК-14);

-готовностью использовать в практической деятельности основные понятия в области интеллектуальной собственности, прав авторов, предприятия-работодателя, патентообладателя, основных положений патентного законодательства и авторского права РФ (ПК-15);

для научно-исследовательской деятельности:

-способностью использовать современные достижения науки и техники в соответствующей области, специальную литературу и другие информационные данные для решения профессиональных задач, отечественный и зарубежный опыт, современные компьютерные информационные технологии, методы анализа, синтеза и оптимизации в научно-исследовательских работах (ПК-16);

-способностью владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических процессов, использовать принципы организации научно-исследовательской работы, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов (ПК-17);

-способностью владеть методами моделирования высоко- и низкотемпературных теплогидравлических процессов в конкретных технических системах и математическими моделями элементов, работающих на различных физических принципах, использовать пакеты прикладных программ моделирования и создавать программные продукты для моделирования процессов и систем (ПК-18);

-способностью владеть методами испытания основного оборудования атомных электростанций и других энергетических установок, выполнения технико-экономических расчетов при производстве тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива (ПК-19);

-готовностью разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-20);

для проектной деятельности:

-способностью владеть основами проектирования и конструирования оборудования энергетических установок и энергетических комплексов и систем, проводить выбор стандартного и проектировать новое оборудование с использованием современных систем автоматизированного проектирования (САПР) (ПК-21);

-готовностью выполнять научные исследования в области проектирования и создания аппаратов новой техники (ПК-22);

-способностью владеть принципами построения алгоритмов оптимизационных проектных расчетов, готовностью использовать в разработке технических проектов новых информационных технологий (ПК-23);

-готовностью использовать основные информационные и экспертные системы в областях проектирования и расчета научно-исследовательского и технологического оборудования, способностью разрабатывать элементы конструкций (ПК-24);

для педагогической деятельности:

-способностью к овладению основами педагогической и учебно-методической работы в высшей школе (ПК-25);

-готовностью использовать учебно-методическую литературу, лабораторное оборудование и программное обеспечение по отдельным дисциплинам учебного плана (ПК-26);

-готовностью использовать педагогические методики при подготовке и проведении практических и лабораторных занятий по дисциплинам магистерской программы (ПК-27);

-готовностью к проведению пробных лекций под контролем преподавателя по темам, связанным с научно-исследовательской работой магистранта (ПК-28).

Специальными профессиональными(СПК):

для организационно-управленческой деятельности:

-способностью к организации научно-исследовательских и проектно – конструкторских работ на всех стадиях жизненного цикла АЭС СКД (проектирование, сооружение, эксплуатация, снятие с эксплуатации) (СПК-1);

-готовностью к организации экспертизы результатов научно-исследовательских работ по тепло - гидравлическим, нейтронно -физическим и физико - химическим процессам, паротурбинным установкам, водно – химическим режимам и системам безопасности АЭС СКД (СПК-2);

для научно-исследовательской деятельности:

-готовностью к использованию современных программных комплексов и сетевых технологий при решении научно-исследовательских задач в области обеспечения эффективности и безопасности АЭС СКД (СПК-3);

-готовностью к применению расчетно-теоретических методов исследования тепловых схем основных технологических установок АЭС СКД и их составных частей с обоснованием и оптимизацией значений управляемых параметров (СПК-4);

-готовностью к использованию современных методов и моделей для исследования коррозионных и эрозионных процессов в конструкционных материалах АЭС СКД (СПК-5);

-готовностью к анализу изменений характеристик работы ядерного реактора при изменении параметров, влияющих на реактивность, включая аварийные ситуации (СПК-6);

-готовностью к проведению научных исследований в обоснование продления срока службы энергоблоков АЭС СКД (СПК-7);

для проектной деятельности:

-способностью к проектированию структуры тепловых схем АЭС СКД и ее отдельных технологических установок, к выбору значений управляемых параметров, к проведению конструкторских расчетов тепловых схем(СПК-8);

-способностью к проектированию ядерного реактора АЭС СКД (СПК-9);

-готовностью к построению и обоснованию систем обеспечения безопасности АЭС в соответствии с установленными требованиями(СПК-10);

-способностью производить расчеты себестоимости электроэнергии, эксплуатационной экономической характеристики энергоблока, капитальных затрат в сооружение АЭС СКД и ее инфраструктуры, стоимости ядерного топлива, показателей экономической, коммерческой и бюджетной эффективности (СПК- 11);

-способностью выполнять прогнозные расчеты наработки до отказа элементов оборудования АЭС СКД, выбирать эффективные мероприятия по увеличению наработки до отказа конструкционных материалов и сварных соединений в оборудовании АЭС СКД (СПК-12);

-способностью выбирать оптимальные схемы обращения с отработавшим ядерным топливом энергоблока АЭС СКД и с радиоактивными отходами (СПК-13);

-готовностью к применению на стадии проектирования АЭС СКД концептуальных принципов вывода энергоблока из эксплуатации(СПК-14);

для педагогической деятельности:

-способностью к формулированию научно – технических проблем развития направления АЭС СКД и разъяснению путей их решения (СПК-15);

-готовностью к применению системных программных комплексов (кодов) для обучения основам динамических связанных ядерно – физических и тепло – гидравлических процессов в различных режимах работы АЭС СКД (СПК-16);

-способностью в условиях развития ядерной техники к приобретению новых знаний по тематике АЭС СКД и применению этих знаний в учебном процессе (СПК-17).

(Компетенции в других видах деятельности могут обозначаться вузом в соответствии с научными традициями и рекомендациями работодателей).

4. Документы, определяющие содержание и организацию образовательного процесса

4.1. Примерный учебный план подготовки магистров, обучающихся по образовательной программе «Создание АЭС с теплоносителем и рабочей средой, находящимися при сверхкритическом давлении (АЭС СКД)» направления 140700 Ядерная энергетика и теплофизика, составленный по циклам дисциплин, включает базовую и вариативную части, перечень дисциплин, их трудоемкость и последовательность изучения (см. Приложение 1).

4.2. Примерные программы учебных дисциплин (см. Приложение 2).

5. Ресурсное обеспечение

В соответствии с ФГОС ВПО по направлению 140700 Ядерная энергетика и теплофизика высшее учебное заведение, реализующее основные образовательные программы подготовки магистра, должно располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторной, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных учебным планом вуза. Материально-техническая база должна соответствовать действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Для обеспечения эффективной и научно-практической подготовки магистров вуз должен иметь устойчивые связи с НИИ, предприятиями и учреждениями, предоставляющими свою материально-техническую базу для реализации основной образовательной программы.

Вуз должен располагать специализированными базами практик, оборудованными для проведения производственных и научно-исследовательских работ магистрантов. Специализированные базы практик должны располагать современным технологическим и экспериментальным оборудованием, вычислительной техникой для проведения работ магистрантов. Они должны быть оборудованы помещениями для работы студентов и преподавателей.

Лаборатории высшего учебного заведения должны быть оснащены современными стендами и специализированным научным оборудованием, позволяющими проводить исследования процессов, протекающих в аппаратах и установках, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию. Вуз должен располагать современной компьютерной техникой и программными средствами, позволяющими выполнять расчетно-аналитические и оптимизационные исследования и обработку экспериментальных результатов. решать производственные и научно-производственные задачи в соответствии с основной образовательной магистерской программой

Реализация основной образовательной программы подготовки магистров должна обеспечиваться квалифицированными педагогическими кадрами, причем не менее 70 % преподавателей, обеспечивающих учебный процесс по направлению магистратуры, должны иметь ученые степени доктора или кандидата наук. Ученые степени доктора наук или ученое звание профессора должны иметь не менее 10 % преподавателей.

Общее руководство научным содержанием и образовательной частью магистерской программы должно осуществляться штатным научно-педагогическим работником вуза,

имеющим ученую степень доктора наук и (или) ученое звание профессора соответствующего профиля, стаж работы в образовательных учреждениях высшего профессионального образования не менее 3 лет; один профессор или доктор наук может осуществлять подобное руководство не более чем двумя магистерскими программами; по решению Ученого совета вуза руководство магистерскими программами может осуществляться и кандидатами наук, имеющими ученое звание доцента.

Непосредственное руководство студентами-магистрантами осуществляется научными руководителями, имеющими ученую степень и (или) ученое звание или опыт руководящей работы в данной области; один научный руководитель может руководить не более чем 5 студентами-магистрантами (определяется Ученым советом вуза).

Реализация основной образовательной программы подготовки магистров должна обеспечиваться доступом каждого студента к базам данных и библиотечным фондам, формируемым по полному перечню дисциплин (модулей) основной образовательной программы.

Электронно-библиотечная система должна обеспечивать возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

Для студентов должна быть обеспечена возможность оперативного обмена информацией с отечественными и зарубежными вузами, предприятиями и организациями.

6. Рекомендации по использованию образовательных технологий

6.1. Формы, методы и средства организации и проведения образовательного процесса

а) формы, направленные на теоретическую подготовку:

- лекция;
- семинар;
- лабораторная работа;
- самостоятельная работа;
- консультация;

б) формы, направленные на практическую подготовку:

- практическое занятие;
- научно-педагогическая практика;
- научно – исследовательская работа,
- курсовая работа,
- выпускная работа.

6.2. Рекомендации по использованию форм и средств организации образовательного процесса, направленных на теоретическую подготовку.

Лекция. Можно использовать различные типы лекций: вводная, мотивационная (возбуждающая интерес к осваиваемой дисциплине); подготовительная (готовящая студента к более сложному материалу); интегрирующая (дающая общий теоретический анализ предшествующего материала); установочная (направляющая студентов к источникам информации, необходимой для дальнейшей самостоятельной работы).

Содержание и структура лекционного материала должны быть направлены на формирование у студента соответствующих теоретических компетенций и соотноситься с выбранными преподавателем методами контроля и оценкой их усвоения.

Семинар – это форма обучения с организацией обсуждения призвана активизировать работу студентов при освоении теоретического материала, изложенного на лекциях. Рекомендуется использовать семинарские занятия при освоении дисциплин гуманитарно-социально-экономического и математико-естественнонаучного циклов.

Лабораторная работа должна иллюстрировать лекционный материал и помочь

практическому освоению научно-теоретических основ изучаемых дисциплин, овладению техникой эксперимента в процессах ядерной энергетики, теплофизике и низкотемпературных процессах.

Лабораторные работы рекомендуется выполнять при освоении основных теоретических дисциплин магистратуры.

Самостоятельная работа студентов при освоении учебного материала может выполняться студентом в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, а также в домашних условиях. Организация самостоятельной работы студента должна предусматривать контролируемый доступ к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсу Интернет. Необходимо предусмотреть получение студентом профессиональных консультаций или помощи со стороны преподавателей.

Самостоятельная работа студентов должна подкрепляться учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное программное обеспечение.

6.3. Рекомендации по использованию форм и средств организации образовательного процесса, направленных на практическую подготовку

Практическое занятие. Эта форма обучения направлена на практическое освоение и закрепление теоретического материала, изложенного на лекциях. Рекомендуется использовать практические занятия для выработки компетенций, необходимых для практического использования теоретических знаний, полученных при освоении профильных дисциплин магистерской программы.

Научно-педагогическая практика призвана закрепить знания материала профильных теоретических курсов, привить студенту практические навыки организации и проведения экспериментальной, проектной и организационной работ, навыки практического использования приборов и научно-исследовательского оборудования, навыки сбора, обработки экспериментальных данных и интерпретации полученных результатов. Магистрант должен принимать участие в проведении учебных занятий (лабораторные работы, курсовое проектирование, консультации) со студентами младших курсов. Материалы, полученные студентом на практике, должны служить основой подготовки и защиты выпускной квалификационной работы.

Научно – исследовательская работа направлена на выполнение и написание выпускной магистерской работы. При проведении научно-исследовательской работы магистрант реализует приобретенные теоретические и практические знания, определенные учебным планом основной образовательной программы магистра. Научно-исследовательская работа призвана продемонстрировать общепрофессиональные компетенции и компетенции магистра в соответствии с основной образовательной программой подготовки.

Курсовая работа. Форма практической самостоятельной работы магистранта, позволяющая ему освоить один из разделов образовательной программы (или дисциплины). Рекомендуется использовать курсовые работы при освоении профильных дисциплин профессионального цикла ООП магистра.

Выпускная работа магистра является учебно-квалификационной; ее тематика и содержание должны соответствовать уровню компетенций, полученных выпускником в объеме дисциплин направления и специализации магистерской программы.

7. Требования и рекомендации к организации и учебно-методическому обеспечению текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой государственной аттестации и разработке соответствующих фондов оценочных средств

Оценка качества освоения основных образовательных программ должна включать текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую государственную аттестацию выпускников.

При проведении всех видов учебных занятий необходимо использовать различные формы текущего и промежуточного контроля качества усвоения учебного материала: контрольные работы и типовые задания, индивидуальное собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен, защита курсовой работы или проекта. Конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний по каждой дисциплине разрабатываются вузом самостоятельно и доводятся до сведения обучающихся в течение первого месяца обучения.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация) создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Фонды оценочных средств разрабатываются и утверждаются вузом.

Итоговая государственная аттестация (ИГА) магистра включает защиту выпускной квалификационной работы. ИГА должна проводиться с целью определения общепрофессиональных и специальных профессиональных компетенций выпускника, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, установленных настоящей ПрООП ВПО и ФГОС ВПО по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика.

Выпускная квалификационная работа магистра должна быть представлена в форме рукописи. Она должна быть законченным исследованием, имеющим теоретическое или прикладное значение и свидетельствующим об уровне профессиональной подготовки автора.

Работа должна содержать реферативную часть, отражающую общепрофессиональные компетенции и эрудицию выпускника и самостоятельную исследовательскую часть, отражающую его специальные профессиональные компетенции (в соответствии с магистерской программой). Самостоятельная (исследовательская) часть работы может быть выполнена индивидуально или в составе творческого коллектива на материалах, полученных в период прохождения научно-педагогической практики. Допускается использование материалов научно-исследовательских или научно-производственных работ кафедры, института, научных или производственных организаций, в выполнении которых участвовал выпускник.

Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы магистра определяются высшим учебным заведением на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений и методических рекомендаций УМС по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика, УМО по образованию в области энергетике и электротехники.

7.1. Требования к государственному экзамену магистра по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика

Государственный экзамен вводится по усмотрению вуза.

При введении Государственного экзамена порядок его проведения и программа определяются вузом на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений.

Разработчики:

Председатель УМС по направлению

Ядерная энергетика и теплофизика профессор А.Т. Комов

Ученый секретарь УМС по направлению
Ядерная энергетика и теплофизика доцент А.С. Куликов

Рабочая группа:

профессор В.Н. Блинков
профессор А.С. Дмитриев
профессор В.В. Ягов
профессор В.М. Зорин
доцент Т.А. Алексеев
доцент Ю.Б. Смирнов
доцент Д.А. Иванов

Эксперт:

Зам. председателя Совета УМО вузов
по образованию в области энергетики и электротехники профессор С.И. Маслов

Министерство образования и науки Российской Федерации
Учебно-методическое объединение вузов России по образованию
в области энергетики и электротехники

Примерный учебный план

Направление подготовки - **140700 Ядерная энергетика и теплофизика**

Магистерская программа «Создание АЭС с теплоносителем и рабочей средой,
находящимися при сверхкритическом давлении (АЭС
СКД)»

Квалификация выпускника - **Магистр**

Нормативный срок обучения- **2 года**

№№ п/п	Наименование циклов, дисциплин, практик	Общая трудоемкость				Распределение по семестрам Формы аттестации				
		в зач. ед.	в ча- сах	ауд.	сам. раб.	1	2	3	4	Форм. атт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
М.1	Общенаучный цикл	18	648							
	Базовая часть	6	216							
М.1.1	Технический иностранный язык	2	72	36	36		0 ²			Зач.
М.1.2	Философские вопросы технических наук	2	72	36	36	1 ¹				Зач.
М.1.3	История и методология технической физики	1	36	18	18		0 ¹			Зач
	Вариативная часть	12	432							
М.1.4	Экономика ядерной энергетики	3	108	54	54	1	1 ¹			Экз.
М.1.5	Физика ядерных реакторов	1,5	54	36	18	0 ₂				Зач.
М.1.6	Курсовой проект по ядерным энергетическим реакторам	1,5	54	18	36	0 ¹				Зач
М.1.7	Дисциплины по выбору студента	4	144	72	72	2	2			Зач
М.2	Профессиональный цикл	42	1512							
	Базовая часть	10	360							
М.2.1	Компьютерные технологии в науке и образовании	6	216	108	108	2 ₁	1 ₂			Экз.
М.2.2	Экономика научных исследований	2,5	90	36	54	2				Зач
	Вариативная часть	32	1152							
М.2.3	Атомные электростанции	2,5	90	54	36	2 ₁				Экз
М.2.4	Курсовой проект по АЭС	1,5	54	18	36		0 ¹			Зач
М.2.5	Кинетика ядерных реакторов	2,5	90	54	36	2 ₁				Экз
М.2.6	Наладка и эксплуатация оборудования АЭС	2	72	36	36		2			Зач
М.2.7	Методы оценки безопасности АЭС	4	144	72	72		2 ₂			Зач
М.2.8	Анализ тепловых схем АЭС с реактором СКД	2,5	90	54	36	2 ¹				Зач

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
М.2.9	Теплогидравлика ядерных энергетических установок	4,5	162	72	90		3 ₁			Экз
М.2.10	Дисциплины по выбору студента	9,0	324	162	162	4	5			Экз
М.3	Практика и (или) научно-исследовательская работа	57	2052							
М.3.1	Педагогическая практика	3	108					+	+	Зач
М.3.2	Производственная практика	27	972						+	Зач
М.3.3	Научно-исследовательская работа	27	972					+	+	Зач
М.4	Итоговая государственная аттестация *)	3	108							
	Общая трудоемкость основной образовательной программы	120	4320							

Примечание:

Настоящий примерный учебный план составлен в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) высшего профессионального образования по направлению подготовки **140700 Ядерная энергетика и теплофизика**.

Курсовые работы (проекты), текущая и промежуточная аттестации (зачеты и экзамены) рассматриваются как вид учебной работы по дисциплине и выполняются в пределах трудоемкости, отводимой на ее изучение.

*) Итоговая государственная аттестация магистра включает защиту выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации.

Обозначения: 3²₁ - 3 часа лекций, 2 часа упражнений и 1 час лабораторных работ в неделю.

Бюджет времени, в неделях

Курсы	Теоретическое обучение	Экзаменационная сессия	Производственная и педагогическая практика	Научно-исследовательская работа	Итоговая государственная аттестация	Каникулы	Всего
I	36	6	-	-	-	10	52
II	-	-	20	20	2	10	52
Итого:	36	6	20	20	2	20	104

Педагогическая практика 4 семестр

Производственная практика и научно-исследовательская работа 3 и 4 семестр

Итоговая государственная аттестация подготовка и защита выпускной квалификационной работы 4 семестр

Настоящий учебный план составлен, исходя из следующих данных (в зачетных единицах):

Теоретическое обучение, включая экзаменационные сессии	<u>60</u>
Практики и НИР	<u>57</u>
Итоговая государственная аттестация	<u>3</u>
Итого:	<u>120</u>

Руководитель базового учреждения – разработчика ФГОС ВПО
Ректор ГОУ ВПО «МЭИ (ТУ)»
профессор

С.В. Серебрянников

Примерные программы учебных дисциплин

Примерная программа учебной дисциплины «История и методология технической физики»

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цель изучения дисциплины – выработка целостного комплексного взгляда на инженерно-физические науки в их взаимосвязи с другими разделами естествознания; формирование интереса к пониманию логики развития и синтеза теоретических и прикладных знаний в технике.

Задача дисциплины – получение общих знаний о возникновении и развитии науки, методологии научной деятельности, эмпирическом и теоретическом уровнях научного исследования, предпосылках открытия важнейших физических законов.

2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки (ОК-8);

- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, способностью анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ОК -9);

- использовать углубленные знания в области естественнонаучных и гуманитарных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-1);

- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-5);

- использовать современные достижения науки и техники в соответствующей области, специальную литературу и другие информационные данные для решения профессиональных задач, отечественный и зарубежный опыт, современные компьютерные информационные технологии, методы анализа, синтеза и оптимизации в научно-исследовательских работах (ПК-16).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: исторические этапы развития науки и техники, основные особенности научного метода познания;

уметь: анализировать философско-методологические проблемы техники, проблемы синтеза теоретических и прикладных знаний в технике, эмпирического и теоретического уровней научной деятельности;

владеть: методологией научных исследований, логическими методами поиска решений.

3. Структура дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетная единица - 36 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины	36	2
Аудиторные занятия	18	2
Лекции	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Семинары (С)	18	2
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Другие виды аудиторных занятий	-	-

Самостоятельная работа		18	2
Курсовой проект (работа)		-	-
Типовой расчет		-	-
Реферат		-	-
Другие виды самостоятельной работы		-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	6	2
	Экзамен	-	-

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Научное познание как предмет методологического анализа		*	
2	Научная проблема		*	
3	Гипотезы и их роль в научном исследовании		*	
4	Методы анализа и построения научных теорий		*	
5	Методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий		*	
6	Методы социально-экономического и социально-гуманитарного исследования		*	
7	Системный метод исследования		*	

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Научное познание как предмет методологического анализа

Обыденное и научное познание. Методы научного познания. Критерии и нормы научного познания. Модели анализа научного открытия и исследования. Общие закономерности развития науки. Методология научного поиска и обоснования его результатов.

2. Научная проблема

Проблемная ситуация как возникновение противоречия в познании. Предпосылки возникновения и постановки проблем. Разработка и решение научных проблем. Решение проблем как показатель прогресса науки.

3. Гипотезы и их роль в научном исследовании

Гипотеза как форма научного познания. Логическая структура гипотезы. Вероятностный характер гипотезы. Требования, предъявляемые к научным гипотезам. Эвристические принципы отбора гипотез.

4. Методы анализа и построения научных теорий

Общая характеристика и определение научной теории. Классификация научных теорий. Структура научных теорий. Методологические и эвристические принципы построения теорий. Интертеоретические отношения.

5. Методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий

Специфические особенности проверки научных теорий. Проблемы подтверждения и опровержения теорий.

6. Методы социально-экономического и социально-гуманитарного исследования

Методы исследования экономической жизни. Методы социального исследования. Гуманитарные методы исследования.

7. Системный метод исследования

Характерные особенности системного метода исследования. Строение и структура системы. Классификация систем. Самоорганизация и организация систем. Самоорганизация и эволюция систем. Методы и перспективы системного исследования. Системный метод и современное научное мировоззрение.

4.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен.

4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы) – не предусмотрены.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература

1. Милантьев В.П. История и методология физики. – М.: Изд. РУДН, 2007 – 352 с.
2. Рузавин Г.И. Методология научного исследования: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Юнити – Дана, 1999 – 317 с.

б) дополнительная литература

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: Синтег, 2007 – 668 с.
2. Вернадский В.И. Научная мысль как планетарное явление. – М.: Наука, 1991. – 271 с.

5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

При проведении семинаров желательно использовать кино-, видеофильмы или слайды, демонстрирующие исторические этапы развития науки и техники.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

В зависимости от конкретных средств обеспечения освоения дисциплины (см. п.5.2) используются классы, оборудованные специальной техникой.

Программу представил Куликов А.С., канд.техн.наук, доцент МЭИ

Примерная программа учебной дисциплины «Экономика ядерной энергетики»

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Изучение структуры и динамики энергопотребления в народном хозяйстве и путей их совершенствования. Рассмотрение теоретических и практических вопросов, касающихся капитальных вложений, источников инвестиций, основных и оборотных средств, ценообразования, прибыли, налогов и рентабельности, планирования, учета и анализа производственно-хозяйственной деятельности энергопредприятий. Рассмотрение общих принципов организации производства на АЭС.

2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- использовать углубленные знания в области естественнонаучных и гуманитарных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-1);
- использовать элементы экономического анализа при организации и проведении практической деятельности на предприятии; способностью владеть методами оценки экономической эффективности научных исследований и разработок (ПК-12);
- разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов, управлять программами освоения новой продукции и технологии (ПК-13);
- владеть методами испытания основного оборудования атомных электростанций и других энергетических установок, выполнения технико-экономических расчетов при производстве тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива (ПК-19);
- производить расчеты себестоимости электроэнергии, эксплуатационной экономической характеристики энергоблока, капитальных затрат в сооружение АЭС СКД и ее инфраструктуры, стоимости ядерного топлива, показателей экономической, коммерческой и бюджетной эффективности (СПК- 11).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: составляющие (структуру) себестоимости электроэнергии; параметры, влияющие на себестоимость; показатели топливной экономичности и экономической эффективности; современные технологии сетевого планирования;

уметь: проводить расчет себестоимости электроэнергии; оценивать коммерческую эффективность проектов; рассчитывать цену ядерного топлива; рассчитывать капитальные затраты на строительство АЭС;

владеть: современными технологиями управления; методами анализа устойчивости инвестиционных проектов; основами сетевого планирования.

3. Структура дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы - 144 часа

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины	144	1,2
Аудиторные занятия	54	1,2
Лекции	36	1,2
Практические занятия (ПЗ)	18	2
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-

Другие виды аудиторных занятий		-	-
Самостоятельная работа		90	1,2
Курсовой проект (работа)		-	-
Типовой расчет		-	-
Реферат		-	-
Другие виды самостоятельной работы		-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	12	1,2
	Экзамен	27	2

4.Содержание дисциплины.

4.1.Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Понятие себестоимости электроэнергии и ее расчет. Эксплуатационная экономическая характеристика; параметры, влияющие на себестоимость	*	*	
2	Капитальные затраты и их оценка	*		
3	Показатели топливной экономичности; показатели экономической эффективности и их расчет	*	*	
4	Ядерный топливный цикл, его виды и стадии; основные технологии обогащения урана	*	*	
5	Основные производственные фонды и оборотные средства предприятий	*		
6	Понятия инвестиций, инвестиционного проекта	*	*	
7	Понятие управления; основные организационные структуры управления; современные технологии управления	*	*	
8	Характеристики современных ТЭК и ТЭБ	*		
9	Прогноз развития атомной энергетики в России и в мире	*		

4.2. Содержание разделов дисциплины

1.Понятие себестоимости электроэнергии и ее расчет. Эксплуатационная экономическая характеристика;параметры, влияющие на себестоимость

Себестоимость продукции, ее виды и расчет. Составляющие (структура) себестоимости. Экономика передачи электроэнергии. Затраты на эксплуатацию ЛЭП различных параметров. Расчет себестоимости транспортировки электроэнергии.

2. Капитальные затраты и их оценка

Капитальные затраты, их классификация и расчет. Базовые и текущие цены, пересчет цен. Распределение капитальных вложений (КВ) по годам строительства АЭС и статьям затрат. Удельные капитальные вложения в энергоблоки разных типов. Расчет КВ на строительство АЭС. Факторы, влияющие на удельные капвложения. Приведенные капитальные вложения и их расчет.

3. Показатели топливной экономичности; показатели экономической эффективности и их расчет

Характеристики топлив. Условное топливо. Единицы измерения теплотворной способности топлив. Характеристики топливной экономичности энергоблоков. Удельный расход топлива современных энергоблоков. Изменение удельного расхода по мере развития энергетики. Связь удельного расхода и КПД.

4. Ядерный топливный цикл, его виды и стадии; основные технологии обогащения урана

Ядерное топливо, его особенности. Энергетические характеристики ядерного топлива и связь между ними. Расчет расхода ядерного топлива на АЭС. Промышленные топливные циклы современной атомной энергетики. Уран, его физические и химические свойства. Месторождения урана, их классификация. Методы добычи урана. Характеристики процесса обогащения урана. Основные технологии обогащения урана.

5. Основные производственные фонды и оборотные средства предприятий

Основные производственные фонды и оборотные средства предприятий. Фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность и их расчет. Оборачиваемость и продолжительность оборота оборотных средств и их расчет.

6. Понятия инвестиций, инвестиционного проекта

Понятие инвестиций, проекта и инвестиционного проекта. Примеры инвестиционных проектов в энергетике. Виды эффективности инвестиционных проектов (ИП). Методы оценки эффективности ИП. Показатели коммерческой и бюджетной эффективности инвестиционных проектов, их расчет и смысл. Налоговое окружение инвестиционных проектов. Основные налоги и их расчет. Сценарий инвестиционного проекта и его устойчивость. Основные сценарии и их отличия. Условия принятия инвестиционного проекта к реализации. Методы анализа устойчивости инвестиционных проектов. Анализ чувствительности инвестиционных проектов.

7. Понятие управления; основные организационные структуры управления; современные технологии управления

Управление, его цели и методы. Линейная, линейно-функциональная и матричная организационные структуры управления. Схема управления атомной энергетикой РФ. Структура концерна «Росэнергоатом». Цеховая оргструктура управления АЭС. Схема оперативного управления АЭС. Безцеховая структура управления АЭС.

8. Характеристики современных ТЭК и ТЭБ

ТЭК РФ и его структура. Добывающие отрасли ТЭК, их характеристики (объемы добычи). Запасы первичных энергоресурсов в РФ. Особенности ТЭК РФ. «Энергетическая стратегия РФ» и ее основные задачи. ТЭБ РФ, его характеристики и особенности. Замыкающее топливо. Электроэнергетика РФ как отрасль тяжелой промышленности. Свойства э/э, динамика и структура ее производства.

9. Прогноз развития атомной энергетики в России и в мире

Ядерная энергетика в РФ и мире. Этапы и перспективы развития. Обеспеченность ядерным топливом. «Стратегия развития АЭ РФ в 1-ой половине XXI века».

4.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен.

4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы) – не предусмотрены

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература

1. Горбатов В.П., Морозов А.В. Экономика и организация производства на атомных станциях. – М.: МЭИ, 2000. – 88с.
2. Белая книга ядерной энергетики. Под ред. проф. Адамова Е.О. – М.: НИКИЭТ, 2001. – 270с.

3. Синев Н.М. Экономика ядерной энергетики: основы технологии и экономики производства ядерного топлива. Экономика АЭС: Уч. пособие для ВУЗов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭАИ, 1987г. – 480с.

б) дополнительная литература

1. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы. Справочник. Под общ. Ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – 2-е изд., перераб. Кн. I – М., Энергоатомиздат, 1987. – 456с.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Официальное издание. – М., Экономика, 2000. – 421с.

5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

При проведении занятий используется кинофильм «Концерн «Росэнергоатом», подборки учебных материалов по темам «Альтернативные источники энергии как конкурирующая технология для АЭС», «Перспективные направления развития энергетики», Экологические проблемы энергетики и проблемы энергосбережения».

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

В зависимости от конкретных средств обеспечения освоения дисциплины (см. п. 5.2) используются классы, оборудованные специальной техникой.

Программу представил Каверзнев М.М., канд.техн.наук, доцент МЭИ

Примерная программа учебной дисциплины «Атомные электростанции»

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Изучение оборудования и систем АЭС, процессов, протекающих в них, связи их в единой технологической схеме АЭС, а также рассмотрение теоретических и практических вопросов, связанных с выбором параметров и типа оборудования, расчета тепловых схем при проектировании и работе АЭС в энергосистеме в стационарных, переходных и аварийных режимах.

2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- самостоятельно обучаться новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (ОК- 2);

- использовать углубленные знания в области естественнонаучных и гуманитарных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-1);

- использовать современные достижения науки и техники в соответствующей области, специальную литературу и другие информационные данные для решения профессиональных задач, отечественный и зарубежный опыт, современные компьютерные информационные технологии, методы анализа, синтеза и оптимизации в научно-исследовательских работах (ПК-16);

- к организации экспертизы результатов научно-исследовательских работ по тепло - гидравлическим, нейтронно - физическим и физико - химическим процессам, паротурбинным установкам, водно – химическим режимам и системам безопасности АЭС СКД (СПК-2);

- к применению расчетно-теоретических методов исследования тепловых схем основных технологических установок АЭС СКД и их составных частей с обоснованием и оптимизацией значений управляемых параметров (СПК-4);

- к проектированию структуры тепловых схем АЭС СКД и ее отдельных технологических установок, к выбору значений управляемых параметров, к проведению конструкторских расчетов тепловых схем (СПК-8).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основные технологические установки АЭС; структуру, особенности оборудования, управляемые параметры тепловых схем; вспомогательные системы нормальной эксплуатации;

уметь: выполнять расчетно-теоретическое исследование тепловых схем АЭС и ее отдельных установок; разрабатывать способы уменьшения влияния АЭС на окружающую среду;

владеть: основами проектирования тепловых схем отдельных технологических установок и АЭС в целом.

3. Структура дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы - 180 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины	180	1,2
Аудиторные занятия	72	1,2
Лекции	36	1
Практические занятия (ПЗ)	18	2

Семинары (С)		-	-
Лабораторные работы (ЛР)		18	1
Другие виды аудиторных занятий		-	-
Самостоятельная работа		108	1,2
Курсовой проект (работа)		72	2
Типовой расчет		-	-
Реферат			
Другие виды самостоятельной работы		-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	6	1,2
	Экзамен	27	1

4.Содержание дисциплины.

4.1.Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Основные технологические установки АЭС: структура, особенности оборудования, управляемые параметры тепловых схем	*	*	*
2	Насосы в тепловой схеме электростанции	*	*	
3	Трубопроводы и арматура	*		
4	Расчеты тепловых схем основного технологического процесса	*	*	*
5	Вспомогательные системы нормальной эксплуатации	*	*	*
6	Системы безопасности	*		
7	Компоновка оборудования и генеральный план	*		

4.2. Содержание разделов дисциплины

1.Основные технологические установки АЭС: структура, особенности оборудования, управляемые параметры тепловых схем

Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС. ППУ с реактором типа ВВЭР. Основные особенности водо-водяного энергетического реактора. Основные управляемые параметры тепловой схемы ППУ и обоснование параметров вырабатываемого пара. Возможности использования схемы ступенчатого испарения в парогенераторной установке.

Перспективы развития ВВЭР. Основные особенности ВВЭР-СКД. Новые ядерно-энергетические технологии. Расчет тепловой схемы паропроизводительной установки на примере ППУ с ВВЭР. ППУ, охлаждаемые кипящим водным теплоносителем. ППУ с натрийохлаждаемыми реакторами. Особенности реактора типа БН. ППУ с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. ППУ с газоохлаждаемыми реакторами. Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС. Роль системы регенерации теплоты (СР). Теоретические решения по выбору основных управляемых параметров СР. Основы термической деаэрации воды. Назначение и структура деаэрационной установки. Питательная установка – одно-, двухподъемная. Схемы питательных установок. Теплофикационная установка (ТФУ). Потребители тепловой энергии и графики тепловой нагрузки. Выбор основных управляемых параметров ТФУ. Потребители пара для собственных нужд электростанции. Испарители в тепловой схеме. Применение испарителей на одноконтурной АЭС.

2.Насосы в тепловой схеме электростанции

Насосы в тепловой схеме АЭС. Основные параметры и способы их определения. Характеристики насосов. Виды используемых насосов и их основные особенности.

3. Трубопроводы и арматура

Трубопроводы электростанции и их основные характеристики; опоры и подвески. Энергетическая арматура – запорная, регулирующая, предохранительная – конструктивные особенности и основные характеристики. Схема главных паропроводов турбины большой мощности. Схемы питательных трубопроводов.

4. Расчеты тепловых схем основного технологического процесса

Тепловые схемы паротурбинных установок и основные этапы их расчета.

5. Вспомогательные системы нормальной эксплуатации

Системы на примере реактора типа ВВЭР: компенсации давления, продувки-подпитки, высокотемпературной байпасной очистки теплоносителя, организованных протечек, промконтра, продувки парогенераторов, боросодержащей воды и борного концентрата, дистиллята, подготовки химреагентов для ввода в теплоноситель – назначение, схемы, основные характеристики. Система вентиляции реакторного отделения.

Вспомогательные системы для реактора типа БН. Способы очистки натриевого теплоносителя.

6. Системы безопасности

Обеспечение безопасности реакторной установки (РУ) посредством многошелонированной защиты от выхода радиоактивных веществ, содержащихся в ядерном топливе. Защитная оболочка РУ.

Системы ВВЭР – аварийно-планового расхолаживания активной зоны, спринклерная, аварийного ввода бора и аварийного впрыска бора высокого давления, аварийного парогазоудаления, аварийной питательной воды – назначения, схемы, основные характеристики. Анализ сценариев протекания аварий с течью теплоносителя.

Системы РБМК – аварийного охлаждения реактора (САОР), локализации аварий.

Системы реакторной установки с БН-600.

7. Компоновка оборудования и генеральный план

Основные компоновочные решения для реакторного отделения и машзала АЭС. Защита оборудования ПТУ одноконтурной АЭС. Принципы разработки генерального плана АЭС.

4.3. Названия лабораторных работ

1. Принципиальная схема ТЭЦ МЭИ.
2. Конструктивные схемы котлов №2 и №4.
3. Тепловая схема паротурбинной установки. Конструктивная схема ПНД и ПВД.
4. Деаэрационная и питательная установки. Конденсационная установка.
5. Схема и оборудование теплофикационной установки.
6. Балансовые испытания с целью определения тепловой экономичности паротурбинной установки.
7. Определение основных параметров тепловой схемы в переходном режиме (при уменьшении мощности одного из котлов).
8. Водоподготовительная установка. Водно-химический режим паро-водяного тракта. Система технического водоснабжения.

4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы).

1. Тепловая схема энергоблока АЭС с заданной электрической и теплофикационной мощностью.

В задании указывается тип реактора, тип турбины, вид системы технического водоснабжения, параметры окружающей среды

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература

1. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. - М.: ИздАТ, 1994. – 296с.
2. Зорин В.М. Атомные электростанции. Вводный курс. М.: Изд. МЭИ, 2006. – 184с.

б) дополнительная литература

1. Тепловые и атомные электростанции: Справочник под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. М.: Изд. МЭИ, 2003. – 648с.
2. Богомолов Б.В., Морозов А.В., Стукалов В.М. Производственный практикум на ТЭЦ МЭИ/ Учебное пособие. - М.: Изд. МЭИ, 2001. – 64с.
3. Монахов А.С., Зорин В.М., Горбуров. В.И. Атомные электростанции. Курсовой проект. Методическое пособие. М.: Изд. МЭИ, 2003. – 16с.

5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

При выполнении курсового проекта используется пакет программ Mathcad, универсальная программа расчета тепловых схем ПТУ «СХЕМА» (разработка кафедры АЭС МЭИ).

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

При проведении лабораторных работ используется технологическое оборудование, приборы и системы ТЭЦ МЭИ.

Программу представил Зорин В.М., докт.техн.наук, профессор МЭИ

**Примерная программа учебной дисциплины
«Методы оценки безопасности АЭС»**

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Подготовка специалистов в области атомной энергетики. Изучение законодательной и нормативной баз для обеспечения безопасности АЭС; усвоение сложившихся детерминистских и вероятностных подходов, критериев и принципов достижения приемлемого уровня безопасности; освоение таких элементов как культура безопасности, обеспечение качества, человеческий фактор.

2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-5);
- к использованию современных программных комплексов и сетевых технологий при решении научно-исследовательских задач в области обеспечения эффективности и безопасности АЭС СКД (СПК-3);
- к анализу изменений характеристик работы ядерного реактора при изменении параметров, влияющих на реактивность, включая аварийные ситуации (СПК-6);
- к проведению научных исследований в обоснование продления срока службы энергоблоков АЭС СКД (СПК-7);
- к построению и обоснованию систем обеспечения безопасности АЭС в соответствии с установленными требованиями (СПК-10).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: предъявляемые требования по безопасности к различным системам и этапам в жизненном цикле АЭС; систему нормативных документов России в области использования атомной энергии;

уметь: анализировать надежность систем безопасности АЭС; выполнять вероятностный анализ безопасности; выбирать площадку АЭС с точки зрения внешних воздействий и возможного влияния АЭС на окружающую территорию;

владеть: современным комплексным подходом к обеспечению безопасности АЭС; детерминистским методом обеспечения безопасности АЭС.

3. Структура дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы - 144 часа

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
Общая трудоемкость дисциплины	144	2	
Аудиторные занятия	72	2	
Лекции	36	2	
Практические занятия (ПЗ)	-	-	
Семинары (С)	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	36	2	
Другие виды аудиторных занятий	-	-	
Самостоятельная работа	72	2	
Курсовой проект (работа)	-	-	
Типовой расчет	18	2	
Реферат	-	-	
Другие виды самостоятельной работы	-	-	
Вид промежуточной аттестации	Зачет	6	2
	Экзамен	-	-

4.Содержание дисциплины.

4.1.Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Цели безопасности. Детерминистский подход к обеспечению безопасности АЭС	*		
2	Принцип глубоко эшелонированной защиты	*		
3	Выбор площадки АЭС	*		
4	Проектирование АЭС	*		
5	Изготовление оборудования и сооружение АЭС. Ввод в эксплуатацию, эксплуатация и вывод из эксплуатации	*		
6	Проектные и запроектные аварии	*		*
7	Нормы и правила радиационной безопасности	*		
8	Выход и распространение радиоактивных продуктов	*		*
9	Вероятностный анализ безопасности	*		
10	Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами	*		
11	Безопасность ядерного топливного цикла. Обобщение опыта эксплуатации	*		

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Цели безопасности. Детерминистский подход к обеспечению безопасности АЭС

Основные принципы и подходы к обеспечению безопасности АЭС. Роль эксплуатирующей организации. Сущность детерминистского подхода. Основные определения в рамках детерминистского подхода. Основные критерии и принципы обеспечения безопасности АЭС. Классификация систем и элементов АЭС.

2. Принцип глубоко эшелонированной защиты

Физические барьеры на пути выхода радиоактивных продуктов. Сущность принципа глубоко эшелонированной защиты. Уровни глубоко эшелонированной защиты.

3. Выбор площадки АЭС

Понятие площадки АЭС и связанных с ней факторов. Общие критерии выбора площадки АЭС. Критерии выбора площадки АЭС с точки зрения внешних воздействий. Возможное влияние АЭС окружающую территорию.

4. Проектирование АЭС

Общие требования. Требования к активной зоне. Требования к первому контуру. Требования к системам управления технологическими процессами. Защитные системы безопасности. Локализирующие системы. Обеспечивающие системы.

5. Изготовление оборудования и сооружение АЭС. Ввод в эксплуатацию, эксплуатация и вывод из эксплуатации

Требования при изготовлении и эксплуатации.

6. Проектные и запроектные аварии

Аварии с потерей теплоносителя, реактивностные, с обесточиванием АЭС. Управление авариями. Подход по событиям и по состояниям. Симптомно ориентированный подход

7. Нормы и правила радиационной безопасности

Закон о радиационной безопасности населения. Основные принципы и мероприятия обеспечения радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности при нормальной эксплуатации. Требования по ограничению облучения

населения в условиях радиационной аварии. Критерии обеспечения радиационной безопасности для АЭС.

8. Выход и распространение радиоактивных продуктов

Количество, состав и свойства радиоактивных продуктов в реакторе. Распространение радиоактивных продуктов через барьеры АЭС. Распространение радиоактивных продуктов в атмосфере. Радиационное воздействие на человека в результате прохождения радиоактивного облака.

9. Вероятностный анализ безопасности

Предполагаемые и реализуемые цели использования вероятностного анализа безопасности. Отбор исходных событий аварии. Определение путей развития аварий (построение «деревьев событий»). Анализ надёжности систем безопасности (построение «деревьев отказов»). Характерные причины и вероятности тяжелых аварий на АЭС.

10. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами

Проблема хранения отработавшего топлива. Проблемы обращения с радиоактивными отходами АЭС.

11. Безопасность ядерного топливного цикла. Обобщение опыта эксплуатации

Транспортировка ОЯТ. Радиохимические заводы. Захоронение радиоактивных отходов. Анализ нарушений и инцидентов. Международная шкала INES.

4.3. Названия лабораторных работ

Анализ проектных аварий на ПК кафедры по установленным программам для АЭС с реактором ВВЭР-1000:

1. Моделирование аварии с потерей теплоносителя при мгновенном обрыве главного циркуляционного трубопровода;
2. Моделирование аварии с потерей теплоносителя при малых течах;
3. Моделирование реактивной аварии;
4. Моделирование аварии с обесточиванием АЭС;
5. Моделирование различных вариантов распространения радиоактивных продуктов через барьеры АЭС;
6. Моделирование воздействия радиоактивных продуктов на человека.

4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы) – не предусмотрены

4.5. Примерные темы расчетных заданий

1. Расчет индивидуальной дозы на местности при заданных выбросах и погодных условиях.
2. Расчет вероятностей заданных множеств событий.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература

1. Ковалевич О.М. Основы обеспечения безопасности атомных станций. Учебное пособие по курсу «Основы обеспечения безопасности атомных станций». - М.: Изд-во МЭИ, 1999. – 136с.
2. Ковалевич О.М. Риск в техногенной сфере. М.:Изд-во МЭИ, 2006 – 152 с.

3. Ковалевич О.М. Вероятностный анализ безопасности атомных электростанций. Учебное пособие по курсу «Основы обеспечения безопасности атомных станций». М.: Изд-во МЭИ, 2002 .- 47с.

б) дополнительная литература

1. Бахметьев А.М. Основы безопасности ядерных энергетических установок. Издательство Нижегородского государственного технического университета, 2006.- 91с.
2. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций при проектировании, сооружении и эксплуатации (ОПБ-87-96). Госатомнадзор РФ, 1997.- 52с.

5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

При выполнении лабораторных работ используются пакеты прикладных программ и персональные компьютеры кафедры.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированный компьютерный класс.

Программу представил Ковалевич О.М., докт.техн.наук, профессор МЭИ

**Примерная программа учебной дисциплины
«Теплогидравлика ядерных энергетических установок (ЯЭУ)»**

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Изучение теплогидравлических процессов, протекающих на ядерных энергетических установках; овладение математическими моделями, описывающими теплогидравлические процессы и явления; рассмотрение экспериментальных подходов к исследованию теплогидравлики ядерных энергетических установок.

2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий (ОК-6);

- использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники, в области профессиональной деятельности (ПК-2);

- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-5);

- применять современные методы исследования, проводить технические испытания и (или) научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы (ПК- 6);

- владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических процессов, использовать принципы организации научно-исследовательской работы, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов (ПК-17);

- владеть методами моделирования высоко- и низкотемпературных теплогидравлических процессов в конкретных технических системах и математическими моделями элементов, работающих на различных физических принципах, использовать пакеты прикладных программ моделирования и создавать программные продукты для моделирования процессов и систем (ПК-18);

- использовать современные программные комплексы и сетевые технологии при решении научно-исследовательских задач в области обеспечения эффективности и безопасности АЭС СКД (СПК-3);

- формулировать научно – технические проблемы развития направления АЭС СКД и разъяснять пути их решения (СПК-15);

- применять системные программные комплексы (коды) для обучения основам динамически связанных ядерно – физических и тепло – гидравлических процессов в различных режимах работы АЭС СКД (СПК-16).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основные теплогидравлические процессы и явления, имеющие место на ядерных энергетических установках, и математические методы их моделирования и расчета;

уметь: выполнять расчетное и экспериментальное исследование теплогидравлических процессов;

владеть: основами расчета теплогидравлических процессов и явлений, протекающих на ядерных энергетических установках.

3. Структура дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы - 180 часов

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины		180	2
Аудиторные занятия		72	2
Лекции		54	2
Практические занятия (ПЗ)		-	-
Семинары (С)		-	-
Лабораторные работы (ЛР)		18	2
Другие виды аудиторных занятий		-	-
Самостоятельная работа		108	2
Курсовой проект (работа)		-	-
Типовой расчет		-	-
Реферат		-	-
Другие виды самостоятельной работы		-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	6	2
	Экзамен	27	2

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Развитие ядерной энергетики и эволюция подходов к безопасности	*		
2	Основные теплогидравлические процессы и явления при аварии на АЭС СКД	*		*
3	Система уравнений для описания двухфазного пароводяного потока	*		
4	Карта режимов течения двухфазного потока	*		*
5	Межфазное трение и трение фаз о стенки канала	*		
6	Местные сопротивления, критическое истечение, противоточные течения	*		*
7	Межфазный теплообмен	*		
8	Кризис теплоотдачи, закризисный теплообмен, ухудшенный теплообмен при СКД	*		
9	Барботаж пара	*		*
10	Конденсация	*		
11	Экспериментальные теплогидравлические стенды и матрицы валидации	*		
12	Методы оценки неопределенностей	*		
13	Тяжелые аварии на АЭС	*		

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Развитие ядерной энергетики и эволюция подходов к безопасности

Основные этапы развития ядерной энергетики. Эволюция подходов к безопасности. Основные теплофизические экспериментальные стенды и расчетные коды. Консервативный и реалистический анализы.

2. Основные теплогидравлические процессы и явления при аварии на АЭС СКД

Краткое описание ЯЭУ с реакторами PWR/ВВЭР. Теплогидравлические процессы, протекающие в ходе аварии с большой течью.

3. Система уравнений для описания двухфазного пароводяного потока

Общие сведения о теплогидравлических кодах: структура кода, основные модули. Пространственно-временное осреднение параметров. Вывод уравнений сохранения массы двухфазного потока (двухскоростное двухтемпературное приближение).

Вывод уравнений сохранения импульса и энергии двухфазного потока (двухскоростное двухтемпературное приближение).

4. Карта режимов течения двухфазного потока

Общие принципы построения замыкающих соотношений. Карты режимов течения двухфазного потока.

5. Межфазное трение и трение фаз о стенки канала

Межфазное трение (модель потока дрейфа, коэффициент трения, основные формулы). Описание трения фаз о стенку канала: подход, основанный на сведениях течения данной фазы в эквивалентной трубе. Описание трения фаз о стенку канала: методика Локкарта-Мартинелли.

6. Местные сопротивления, критическое истечение, противоточные течения

Потери на местных сопротивлениях. Однофазный поток. Двухфазный поток. Критическое истечение. Однофазная среда. Двухфазная среда. Противоточные течения.

7. Межфазный теплообмен

Межфазный теплообмен. Задача о росте пузырька в перегретой жидкости. Межфазный теплообмен. Пузырьковый режим. Межфазный теплообмен. Снарядный режим, дисперсно-кольцевой режим, дисперсный режим.

8. Кризис теплоотдачи, закризисный теплообмен, ухудшенный теплообмен при СКД

Теплообмен при кипении в большом объеме. Кривая кипения. Кризисы теплоотдачи. Теплообмен при кипении в трубах. Влияние вынужденного движения на теплоотдачу при кипении. Механизм образования пузырьков. Теплоотдача при кипении жидкости. Кризис теплоотдачи при кипении в трубах. Кризис теплоотдачи при кипении воды в продольно-омываемых пучках стержней и кольцевых каналах. Теплообмен при повторном заливе. Теплообмен в закризисной области кипения. Режим ухудшенного теплообмена при СКД.

9. Барботаж пара

Барботаж пара через жидкость. Механизм процесса. Влияние основных параметров. Работа парораспределительного щита.

10. Конденсация

Конденсация. Физические процессы. Капельная конденсация. Пленочная конденсация неподвижного пара. Задача Нуссельта. Пленочная конденсация движущегося пара. Конденсация из парогазовой смеси. Интенсификация теплообмена при конденсации.

11. Экспериментальные теплогидравлические стенды и матрицы валидации

Место экспериментальных стендов в проблеме обоснования безопасности АЭС. Методы моделирования, используемые при создании интегральных стендов. Интегральные экспериментальные стенды. Общая информация. Стенд ПСБ-ВВЭР. Матрицы валидации теплогидравлических кодов. Основные теплогидравлические явления, реализующиеся при авариях на АЭС с ВВЭР. Структура матриц.

12. Методы оценки неопределенностей

Причины неопределенности результатов расчетов с помощью современных теплогидравлических кодов. Классификация методик оценки неопределенностей. Обзор методик оценки неопределенностей. Опыт применения методик оценки неопределенности. Программа UMS. Программа Bemuse.

13. Тяжелые аварии на АЭС

Теплогидравлика тяжелых аварий. Развитие тяжелой аварии. Пароциркониевая реакция. Плавление и перемещение АЗ. Паровой взрыв. Внутрикорпусное удержание расплава.

4.3. Названия лабораторных работ

1. Карта режимов двухфазного потока в горизонтальном канале.

2. Карта режимов двухфазного потока в вертикальном канале.
3. Противоточные течения. Захлебывание.
4. Барботаж пара. Парораспределительный щит.
5. Авария с потерей теплоносителя на АЭС СКД (малая течь).
6. Авария с потерей теплоносителя на АЭС СКД (большая течь).
7. Реактивная авария на АЭС СКД.
8. Авария с обесточиванием АЭС СКД.

4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы) – не предусмотрены

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература

1. Кузнецов Ю.Н. Теплообмен в проблеме безопасности ядерных реакторов. – М.: Энергоатомиздат, 1989 - 296 с.
2. Кириллов П.Л., Богословская Г.П. Теплообмен в ядерных энергетических установках: Учебное пособие для вузов: 2-е изд., перераб.- М.: ИздАТ, 2008. – 256 с.
3. Асмолов В.Г., Блинков В.Н., Парфенов Ю.В. Основы обеспечения безопасности атомных электростанций. Лабораторный практикум. Учебное пособие по курсу «Основы безопасности атомных электростанций» для студентов, обучающихся по специальности «Атомные электростанции и установки» направления «Техническая физика», М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 96с.

б) дополнительная литература

1. Уоллис Г. Одномерные двухфазные течения. – М.: Мир, 1972 – 440 с.
2. Делае Дж., Гио М., Ритмюллер М. Теплообмен и гидродинамика в атомной и тепловой энергетике. – М.: Энергоатомиздат, 1984 – 424 с.
3. Лабунцов Д.А., Ягов В.В. Механика двухфазных систем: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 374 с.

5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

В ходе лабораторных работ, посвященных моделированию теплогидравлических процессов во время аварии на АЭС, используется компьютерный аналитический тренажер ТОМАС.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

При проведении лабораторных работ используется комплекс теплогидравлических стендов кафедры АЭС.

Программу представил Медихов В.И., докт.техн.наук, профессор МЭИ

Примерная программа учебной дисциплины «Компьютерные технологии в науке и образовании»

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Освоение принципов построения и эффективного применения информационных технологий и программных комплексов: систем параллельных вычислений, систем интеллектуальной обработки накопленной информации, систем управления базами данных, систем автоматизированного проектирования, информационных систем в локальных сетях, Internet, управления распределенными данными и т.д. Освоение методов эффективного использования современных компьютерных кодов для анализа безопасности АЭС.

2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

– самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий (ОК-6);

– использовать современные достижения науки и техники в соответствующей области, специальную литературу и другие информационные данные для решения профессиональных задач, отечественный и зарубежный опыт, современные компьютерные информационные технологии, методы анализа, синтеза и оптимизации в научно-исследовательских работах (ПК-16);

– владеть методами моделирования высоко- и низкотемпературных теплогидравлических процессов в конкретных технических системах и математическими моделями элементов, работающих на различных физических принципах, использовать пакеты прикладных программ моделирования и создавать программные продукты для моделирования процессов и систем (ПК-18);

– владеть принципами построения алгоритмов оптимизационных проектных расчетов, готовностью использовать в разработке технических проектов новых информационных технологий (ПК-23);

- использовать современные программные комплексы и сетевые технологии при решении научно-исследовательских задач в области обеспечения эффективности и безопасности АЭС СКД (СПК-3);

- применять системные программные комплексы (коды) для обучения основам динамически связанных ядерно – физических и тепло – гидравлических процессов в различных режимах работы АЭС СКД (СПК-16).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: возможности использования информационных технологий для решения задач специальности, включая постановку расчетных задач, для анализа результатов и представления их в визуальной графической форме в виде диаграмм, графиков, чертежей и т.п.;

уметь: составлять алгоритм решения поставленной задачи, запрограммировать его или подобрать необходимый уже известный программный продукт, использовать массив полученных результатов для представления их в наиболее удобной для анализа форме.;

владеть: наиболее известными приложениями для работы с текстовой, графической информацией, приложениями для построения больших баз данных, для использования основных наиболее известных сетевых технологий.

3. Структура дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц - 216 часов

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины		216	1,2
Аудиторные занятия		108	1,2
Лекции		54	1,2
Практические занятия (ПЗ)		-	-
Семинары (С)		-	-
Лабораторные работы (ЛР)		54	1,2
Другие виды аудиторных занятий		-	-
Самостоятельная работа		108	1,2
Курсовой проект (работа)		-	-
Типовой расчет		-	-
Реферат		-	-
Другие виды самостоятельной работы		-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	12	1,2
	Экзамен	27	2

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Использование современных компьютерных кодов для анализа безопасности АЭС СКД	*		*
2	Компьютерные технологии параллельных вычислений и их использование в задачах НИР ядерной энергетики (ЯЭ)	*		*
3	Организация параллельных вычислений на основе PVM	*		*
4	Технология решения сложных задач НИР ЯЭ на основе генетических алгоритмов	*		*
5	Технология решения сложных задач НИР ЯЭ на основе методов экстремальной оптимизации и алгоритма имитации отжига (simulated annealing)	*		*
6	Использование нейронных сетей в задачах ЯЭ	*		*
7	Использование современных компьютерных технологий для вероятностных оценок в анализе безопасности АЭС	*		

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Использование современных компьютерных кодов для анализа безопасности АЭС СКД

Современные интегральные коды анализа безопасности АЭС. Коды консервативной и наилучшей оценки, сравнение, достоинства и недостатки.

Принципы анализов неопределенностей, чувствительности. Коды анализа проектных и запроектных аварий. Обзор основных зарубежных и российских кодов.

CFD коды. Основные принципы, области применения.

Необходимость проведения анализа неопределенностей (АН). АН на основе построения поверхности отклика и использования формулы Уилкса. Анализ чувствительности на основе параметрических и непараметрических методов, локальные и

глобальные. Основные коды, используемые для анализа проектных и запроектных аварий АЭС (RELAP5, KOPCAP, MELCOR); стратегия их применения.

Основные принципы использования кода RELAP5 для анализа динамики переходных и аварийных процессов на АЭС. Основные уравнения. Численная модель.

Основные гидродинамические компоненты, моделируемые в RELAP5.

Карты режимов гидродинамических потоков, используемые в RELAP5; особенности моделирования горизонтального и вертикального течения; особенности моделирования потоков в смесителе от САОЗ; особенности моделирования потоков в насосах.

Модели тепло–массообмена, межфазного трения, трения на стенке канала, используемые в RELAP5.

Модели специальных процессов, используемые в RELAP5.

Моделирование критического истечения в RELAP5 на основе модели по умолчанию и Генри-Фоска. Достоинства и недостатки.

Моделирование насосов в RELAP5; принципы гомологичных кривых и их составление для однофазного и двухфазного режима теплоносителя.

Модели клапанов, сепаратора, турбины, гидроаккумулятора, смесителя САОЗ используемые в RELAP5.

Моделирование нейтронной кинетики реактора в RELAP5; основные уравнения.

Понятие тепловых структур и их использование в RELAP5; основные уравнения.

Основные достоинства и недостатки при использовании CFD кодов для моделирования процессов на АЭС СКД.

Создание расчетной сетки для CFD модели. Типы расчетных сеток и технология их создания для сложных геометрических объектов.

Основные возможности по моделированию процессов ЯЭУ с использованием CFD кода. Задание начальных и граничных условий.

Основные модели турбулентности, используемые в современных CFD кодах, особенности их применения.

Моделирование многофазных потоков в CFD кодах: модели, их достоинства и недостатки. Моделирование транспорта частиц.

Задание свойств жидкостей и газов для CFD моделей.

2. Компьютерные технологии параллельных вычислений и их использование в задачах НИР ЯЭ

Особенности использования параллельных вычислений для ускорения расчетов в области НИР АЭС СКД; анализ типовых областей использования в научных расчетах ядерной техники.

Принципы реализации параллельных вычислений. Существующие технологии параллельных вычислений: PVM, MPI, CUDA. Анализ их основных характеристик, отличий и областей использования. Три концепции реализации параллельных расчетов: SIMD, SDMI, MIMD.

Практические шаги осуществления параллельных вычислений.

Особенности и основные характеристики суперкомпьютеров. Возможность осуществления научно-технических расчетов на суперкомпьютерах в России.

Организация параллельных вычислений на основе распределенного кластера. Принципы и технические варианты организации кластера на основе компьютеров различного типа, требуемое оборудование.

3. Организация параллельных вычислений на основе PVM

Модель использования PVM. Гетерогенность сети для вычисления, типы гетерогенности. Основные задачи, принципы и контроль PVM, цикл ее функционирования. Основные элементы PVM, ее расчетная модель. Языки программирования для использования с PVM и связь с Fortran и C/C++. Шаги по установке PVM, основные команды. Основная последовательность действий при

использовании PVM с программной точки зрения. Старт PVM программы. Концепция master-slave. Древообразная структура расчетов.

4. Технология решения сложных задач НИР ЯЭ на основе генетического алгоритма

Обзор современных компьютерных технологий для решения сложных научных задач Ядерной энергетики: генетические алгоритмы (ГА), Simulated annealing (SA), экстремальная оптимизация (ЭО), нейронные сети. Примеры областей и задач использования.

Причины возникновения ГА, история его развития и основные используемые в ГА биологические принципы. Базисные принципы применения ГА для оптимизации технических систем; его основные элементы и операторы; Простой ГА; основные достоинства ГА и недостатки. Положения теории «схемата»; теорема схемата – ее значение для функционирования ГА. Основные условия использования ГА для оптимизации сложных технических систем; возможные методы кодирования информации и методы селекции. Возможные методы селекции в ГА и их достоинства и недостатки; другие используемые параметры; их типичные значения и их вариация в зависимости от типа задачи; Рассмотрение типичных задач НИР ЯЭ для использования ГА.

5. Технология решения сложных задач НИР ЯЭ на основе экстремальной оптимизации и алгоритма имитации отжига (simulated annealing)

Экстремальная Оптимизация – основные принципы, сравнение с ГА. Рассмотрение EO-т алгоритма на основе спиновых стекол; достоинства и недостатки EO-т. Обобщенная EO-т; анализ достоинств и недостатков. История возникновения SA. Алгоритм Метрополиса. Формализованный SA. Основные параметры SA и принципы их варьирования. Обзор проблем НИР ЯЭ для использования экстремальной оптимизации и SA.

6. Использование нейронных сетей в задачах ЯЭ

Основные принципы нейронных сетей. Модели нейронов. Графическое представление нейронных сетей. Существующие архитектуры нейронных сетей. Процессы обучения нейронных сетей. Обзор существующих типов нейронных сетей, особенности их использования для решения задач НИР. Основные принципы реализации нейронных сетей на основе многослойного персептрона. Примеры задач ЯЭ для эффективного использования нейронных сетей.

7. Использование современных компьютерных технологий для вероятностных оценок в анализе безопасности АЭС

Обзор проблем анализа безопасности АЭС требующих вероятностных оценок. Определение вероятностных оценок на основе метода Монте-Карло с использованием различных типов распределений, основные вопросы. Проблемы использования существующих методов ВАБ АЭС для нового типа ЯЭУ в том числе с пассивными системами безопасности и АЭС СКД. Общие принципы динамического ВАБ (динамической надежности) и пример его использования для ВВЭР-1000 и систем пассивной системы безопасности АЭС. Повышение эффективности метода Монте-Карло с использованием методов латинских гиперкубов и существенной выборки. Метод моделирования подмножеств (subset simulating) для повышения эффективности вероятностных оценок при анализе безопасности и надежности АЭС. Использование методов поиска глобального оптимума для решения оценки проблем безопасности АЭС. Сравнение методов.

4.3. Названия лабораторных работ

1. Изучение аварийных процессов на основе реакторных установок ВВЭР-440/В-213 – течи из первого контура, непреднамеренного открытия клапанов компенсатора давления, закрытие ГЗЗ и т.д. с использованием компьютерного кода RELAP5.
2. Изучение процесса установки и работы PVM в системе Linux.

3. Программирование параллельных расчетов в системе PVM на основе GNU Fortran.
4. Разработка программы с использованием генетических алгоритмов.
5. Разработка программы с использованием метода имитации отжига (simulated annealing) на основе библиотеки GSL.
6. Разработка программы с использованием нейронной сети на основе библиотеки IMSL для построения многомерной аппроксимирующей модели.

4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы) – не предусмотрены

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература

1. Гладков Л.А., В. В. Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы : учебное пособие для вузов по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" . 2-е изд., испр. и доп. – М. : Физматлит, 2006. - 320 с.
2. Галушкин А. И. Нейронные сети: основы теории – М. : Горячая Линия-Телеком, 2010. – 496 с.
3. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике : вводный курс / СПб. : Невский Диалект, М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 . – 192 с.
4. Байбаков В.Д., Воробьев Ю.Б., Кузнецов В.Д. Коды для расчета ядерных реакторов. Учебное пособие. М.: Изд. МЭИ, 2003. - 161с.

б) дополнительная литература

1. Кузнецов Ю.Н. Теплообмен в проблеме безопасности ядерных реакторов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 296с.

5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

При выполнении лабораторных работ используются операционная система Linux (Slackware); система PVM; компилятор GNU FORTRAN / C/C++, библиотеки научных программ IMSL, GSL, компьютерный код RELAP5 – INEL – Lockheed-Martin Idaho Technologies Company, компьютерная система проверки теоретических знаний на основе MS Access.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

При выполнении лабораторных работ используются 22 компьютера каф. АЭС, объединенных в единый расчетный кластер.

Программу представил Воробьев Ю.Б., к.т.н., доцент МЭИ