

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**



**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Институт	Институт ядерной энергетики (филиал ФГАОУ ВО "СПбПУ") г. Сосновый Бор
Кафедра	Кафедра "Проектирование и эксплуатация АЭС"
Направление подготовки	14.05.01 Ядерные реакторы и материалы
Наименование ООП	14.05.01_01 Ядерные реакторы
Квалификация выпускника	инженер-физик
Форма обучения	Очная

Санкт-Петербург
2018 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе СУОС СПбПУ по направлению подготовки 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы», утвержденного приказом по СПбПУ от «21» июля № 2017.

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании подразделения Кафедра "Проектирование и эксплуатация АЭС" «08» мая 2018 г., протокол № 12.

Руководитель образовательной программы:

Программа составлена:

Заведующий кафедрой, д.т.н., с.н.с. А.В. Ельшин

Старший преподаватель А.М. Абдуллаев

1. Цели государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация осуществляется с целью установления уровня подготовленности выпускника высшего учебного заведения к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям СУОС и основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности) высшего образования.

2. Задачи государственной итоговой аттестации

К задачам государственной итоговой аттестации относится оценка способности и умения выпускников:

- самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, опираясь на полученные знания, умения и сформированные навыки;
- профессионально излагать специальную информацию;
- научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

3. Форма проведения ГИА

Государственная итоговая аттестация в структуре образовательной программы относится к блоку 3 и ее объем составляет 9 зачетных единиц, из них:

подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена – 3 з.е.;
выполнение и защита выпускной квалификационной работы – 6 з.е.

Государственный экзамен включает ключевые и практически значимые вопросы по дисциплинам (модулям) учебного плана:

- Физика ядерных реакторов
- Ядерные энергетические реакторы
- Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок
- Динамика и безопасность ЯЭУ

Государственный экзамен проводится устно.

Выпускная квалификационная работа демонстрирует уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Вид выпускной квалификационной работы: выпускная квалификационная работа специалиста.

4. Перечень компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения образовательной программы

В соответствии с требованиями СУОС государственная итоговая аттестация обеспечивает контроль полноты формирования следующих универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, которыми должен обладать выпускник по программе специалитета и видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа специалитета:

Код	Содержание
Универсальные компетенции (УК)	
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке и иностранном(ых) языке(ах)
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК-2	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики

ОПК-3	Способен 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 тайны
ОПК-4	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
ОПК-5	Готовность использовать основные положения социально-общественных и психологических наук при решении профессиональных задач
Профессиональные компетенции (ПК)	
ПК-0	Способен использовать возможности принципа мобильности для расширения сферы профессиональной деятельности
ПК-1	Способен проводить анализ данных о свойствах ядер для определения нейтронно-физических свойств материалов и их радиоактивности
ПК-10	Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности при проектировании ЯЭУ, а также средств и методов обеспечения безопасности ЯЭУ
ПК-11	Способен проводить критический анализ работы существующих ядерных установок и использовать его при проектировании перспективного оборудования
ПК-12	Способен использовать современные средства автоматического регулирования, управления и защиты ядерных установок
ПК-13	Способен проводить модернизацию существующих установок, разрабатывать и проектировать перспективные физико-энергетические установки
ПК-14	Способен совершенствовать методы физического и математического моделирования ядерно-физических установок
ПК-15	Способен к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных ЯЭУ
ПК-16	Способен разрабатывать методы применения импульсных и других источников нейтронного излучения, а также методы регистрации нейтронов
ПК-17	Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законам в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам
ПК-18	Способен выполнять проектирование АЭС с учетом общих требований в области проектирования ОИАЭ
ПК-19	Способен выполнять проектирование и конструирование оборудования АЭС на основании общих инженерно-технических требований

ПК-2	Способен использовать и формировать современные библиотеки ядерных констант, теплофизических данных
ПК-20	Способен выполнять проектирование систем ядерного острова АЭС
ПК-21	Способен разрабатывать эскизные и технические проекты, технические задания, конструкторскую документацию для создания (модернизации) оборудования РУ
ПК-22	Способен обеспечивать технологичность конструкций оборудования РУ
ПК-23	Способен использовать современные достижения науки и техники в соответствующей области
ПК-3	Способен использовать современные методы информационных технологий для обеспечения надежности и безопасности ядерных установок
ПК-4	Способен использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ
ПК-5	Способен к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации компьютерных программных комплексов в области нейтронно-физического и теплогидравлического расчета ЯЭУ
ПК-6	Способен рассчитывать основные характеристики ядерных реакторов и энергетических установок
ПК-7	Способен проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет ядерных установок
ПК-8	Способен применять современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов и нейтронно-физическим и теплогидравлическим параметрам ядерной установки
ПК-9	Способен выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации

5. Общие требования к проведению государственной итоговой аттестации

5.1. Требования к проведению государственного экзамена

При проведении государственного экзамена, проводимого в устной форме, необходимо организовать проверку явки студентов и допуск их в помещение, в котором проводится государственный экзамен, и обеспечить выполнение требований:

1. Обучающимся и лицам, привлекаемым к ГИА - членам ГЭК, секретарям ГЭК, присутствующим на заседаниях, во время ее проведения запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

2. Обучающийся, опоздавший к началу государственного экзамена, проводимого в устной форме, допускается на государственный экзамен членами ГЭК в случае, если имеется возможность предоставить ему время на подготовку устного ответа, соответствующее минимальной продолжительности подготовки ответа. В противном случае обучающийся на государственный экзамен не допускается.
3. В случае необходимости обучающийся имеет право на время покинуть аудиторию только с разрешения членов ГЭК. При этом обучающийся обязан передать на хранение секретарю ГЭК билет, черновик ответа и иные материалы, содержащие задание.
4. В случае нарушения порядка проведения государственного экзамена, обучающийся удаляется с экзамена, отметка об удалении с указанием причины и времени удаления проставляется на черновике для ответа и заверяется подписями присутствующих членов ГЭК.
5. Государственная экзаменационная комиссия заслушивает ответ каждого обучающегося в отдельности.
6. Результаты государственного экзамена, проводимого в устной форме, объявляются в день его проведения.

5.2. Требования к выпускной квалификационной работе, порядку ее выполнения и защиты

Перечень тем выпускных квалификационных работ должен соответствовать основному (основным) виду (видам) профессиональной деятельности - экспертный, и одному или нескольким задачам профессиональной деятельности.

Утверждение тем выпускных квалификационных работ, назначение научных руководителей из числа работников университета и при необходимости консультанта (консультантов) осуществляется распорядительным актом СПбПУ.

Задание по выполнению выпускной квалификационной работы составляется руководителем и студентом и утверждается руководителем структурного подразделения. Контроль за ходом выполнения ВКР осуществляется руководителем.

ВКР должна содержать следующие разделы, требования к содержанию которых определяется руководителем совместно со студентом:

Титульный лист

Задание

Реферат

Содержание

Введение

Основная часть

Закключение

Список использованных источников

Приложения

Выпускная квалификационная работа проходит проверку на объем заимствования (оригинальность текста не должна быть менее 60 %). Текст ВКР, за исключением текстов ВКР содержащих сведения составляющих государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе университета.

6. Учебно-методическое обеспечение государственной итоговой аттестации

6.1. Литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Год изд.	Источник
1	Белл Д. Теория ядерных реакторов /Д. Белл, С. Глестон.- М.: Атомиздат, 1974	1974	ИЯЭ СПбПУ
2	Владимиров В.И. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов.- М.: Атомиздат, 1976	1976	ИЯЭ СПбПУ
3	Галанин А.Д. Введение в теорию ядерных реакторов на тепловых нейтронах.-2-е изд.- М.: Энергоатомиздат,1990	1990	ИЯЭ СПбПУ
4	Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы: учебник.- М.: Энергоатомиздат, 1990	1990	ИЯЭ СПбПУ
5	Климов А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы: учебник для вузов.-М.: Энергоатомиздат, 2002	2002	ИЯЭ СПбПУ
6	Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов: учеб. пособие для вузов /Г.Г. Бартоломей [и др.]- М.: Энергоиздат, 1989	1989	ИЯЭ СПбПУ
7	Рассказов В.В. Основы проектирования и конструирования ядерных энергетических установок: учеб. пособие /В.В. Рассказов, Д.П. Лавренев.-СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2005	2005	ИЯЭ СПбПУ

6.2. Интернет-ресурсы

1. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии:
<https://www.gost.ru/portal/gost/>
2. Официальный сайт Госкорпорации "РОСАТОМ": <http://www.rosatom.ru>
3. Международное Агентство по атомной энергии (МАГАТЭ, IAEA): <http://www.iaea.org>
4. Всемирная ядерная ассоциация (WNA): <http://www.world-nuclear.org>
5. Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих АЭС (WANO):
<http://www.wanomc.ru>
6. Всемирный ядерный университет (WNU): <http://www.world-nuclear-university.org>
7. Европейская сеть ядерного образования (ENEN): <http://www.enen-assoc.org>
8. Азиатская сеть по образованию в области ядерных технологии (ANENT):
<http://www.anentiaea.org>
9. Азиатская сеть ядерной безопасности (ANSN): <http://www-ansn.iaea.org>
10. Международный институт по транспортированию ядерных материалов (WNTI):
<http://www.wnti.co.uk>
11. Ядерный сайт Nuclear.Ru: <http://www.nuclear.ru>
12. Журнал "Росэнергоатом": <http://www.rosenergoatom.ru>
13. Журнал "Атомная стратегия": <http://www.proatom.ru>
14. Радиационная обстановка на объектах Росатома - он-лайн: <http://www.russianatom.ru>

15. Фабрикация ядерного топлива – Корпорация "ТВЭЛ": <http://www.tvet.ru>
16. Строительство АЭС за рубежом – ЗАО «Атомстройэкспорт»: <http://www.atomstroyexport.ru>
17. Хранение и переработка отработавшего ядерного топлива – ФГУП "Производственное объединение «Маяк»": <http://www.po-mayak.ru>
18. Сбор, хранение, переработка и окончательная изоляция радиоактивных отходов от окружающей среды – ФГУП "РосРАО": <http://www.rosrao.ru>

7. Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации

Государственный экзамен проводится в аудиториях, соответствующих требованиям для проведения государственного экзамена в устной форме.

Для проведения защиты выпускных квалификационных работ используется аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для показа презентаций.

8. Оценочные критерии для проведения государственной итоговой аттестации

8.1. Оценочные критерии на государственном экзамене

При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки выпускника. Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

ОТЛИЧНО – Содержание ответов свидетельствует об отличных знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

ХОРОШО – Содержание ответов свидетельствует о хороших знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – Содержание ответов свидетельствует о недостаточных, но удовлетворительных знаниях выпускника и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи.

НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – Содержание ответов свидетельствует об отсутствии знаний выпускника и о его неумении решать профессиональные задачи. Получение оценки «неудовлетворительно» на итоговом экзамене не лишает студента права на продолжение обучения, и сдавать экзамен повторно.

8.2. Оценочные критерии выпускной квалификационной работы

Оценка результата защиты выпускной квалификационной работы производится по следующим критериям:

- актуальность темы выпускной работы;
- научная новизна и практическая значимость;
- самостоятельность, творческий характер изучения темы;
- обоснованность сделанных автором выводов и предложений;
- соответствие содержания работы теме, целям и задачам, сформулированным автором;
- глубина раскрытия темы;
- грамотный стиль изложения;
- правильность оформления и полнота библиографии и научно-справочного материала;
- использование литературы на иностранных языках;
- умение ориентироваться в проблемах исследуемой темы;
- ответы выпускника на поставленные ему вопросы.

Обобщённая оценка защиты выпускной квалификационной работы определяется с учётом отзыва руководителя и оценки рецензента (при наличии).

Результаты защиты выпускной квалификационной работы оцениваются по системе:

- оценка «отлично» выставляется за глубокое раскрытие темы, качественное оформление работы, содержательность доклада и презентации;
- оценка «хорошо» выставляется при соответствии вышеперечисленным критериям, но при наличии в содержании работы и её оформлении небольших недочётов или недостатков в представлении результатов к защите;
- оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное раскрытие темы, выводов и предложений, носящих общий характер, отсутствие наглядного представления работы и затруднения при ответах на вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное раскрытие темы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы и ответов на вопросы.

8.3. Оценочные средства государственной итоговой аттестации

Показатели достижения результатов обучения при прохождении государственной итоговой аттестации, обеспечивающие определение соответствия (или несоответствия) индивидуальных результатов государственной итоговой аттестации студента поставленным целям и задачам

(основным показателям оценки результатов итоговой аттестации) и компетенциям, приведены в таблице.

Код	Наименование компетенции	Сформированные компетенции и показатели оценки результатов	
		Государственный экзамен	Подготовка и защита ВКР
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке и иностранном(ых) языке(ах)		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР

ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ОПК-2	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ОПК-3	Способен 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 тайны		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ОПК-4	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	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ОПК-5	Готовность использовать основные положения социально-общественных и психологических наук при решении профессиональных задач		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-0	Способен использовать возможности принципа мобильности для расширения сферы профессиональной деятельности		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-1	Способен проводить анализ данных о свойствах ядер для определения нейтронно-физических свойств материалов и их радиоактивности		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-10	Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности при проектировании ЯЭУ, а также средств и методов обеспечения безопасности ЯЭУ	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР

ПК-11	Способен проводить критический анализ работы существующих ядерных установок и использовать его при проектировании перспективного оборудования	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-12	Способен использовать современные средства автоматического регулирования, управления и защиты ядерных установок		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-13	Способен проводить модернизацию существующих установок, разрабатывать и проектировать перспективные физико-энергетические установки	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-14	Способен совершенствовать методы физического и математического моделирования ядерно-физических установок		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-15	Способен к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных ЯЭУ	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-16	Способен разрабатывать методы применения импульсных и других источников нейтронного излучения, а также методы регистрации нейтронов		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-17	Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законам в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-18	Способен выполнять проектирование АЭС с учетом общих требований в области проектирования ОИАЭ	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-19	Способен выполнять проектирование и конструирование оборудования АЭС на основании общих инженерно-технических требований	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-2	Способен использовать и формировать современные библиотеки ядерных констант, теплофизических данных		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР

ПК-20	Способен выполнять проектирование систем ядерного острова АЭС	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-21	Способен разрабатывать эскизные и технические проекты, технические задания, конструкторскую документацию для создания (модернизации) оборудования РУ	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-22	Способен обеспечивать технологичность конструкций оборудования РУ		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-23	Способен использовать современные достижения науки и техники в соответствующей области		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-3	Способен использовать современные методы информационных технологий для обеспечения надежности и безопасности ядерных установок		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-4	Способен использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-5	Способен к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации компьютерных программных комплексов в области нейтронно-физического и теплогидравлического расчета ЯЭУ		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-6	Способен рассчитывать основные характеристики ядерных реакторов и энергетических установок	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-7	Способен проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет ядерных установок	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-8	Способен применять современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов и нейтронно-физическим и теплогидравлическим параметрам ядерной установки		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР

ПК-9	Способен выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
------	---	------------------------------	---------------------------------------

8.3.1 Вопросы (и задачи) государственного экзамена

Физика ядерных реакторов:

1. 1. Аддитивная формула для коэффициента размножения.
2. Коэффициент размножения нейтронов. Формула четырех сомножителей.
3. Диффузия тепловых нейтронов. Длина свободного пробега нейтрона. Длина диффузии.
4. Уравнение диффузии нейтронов. Граничные условия для уравнения диффузии.
5. Длина замедления. Возраст нейтрона.
6. Основные законы упругого рассеяния нейтронов. Летаргия. Число столкновений, необходимых для замедления.
7. Плотность замедления нейтронов. Спектр Ферми.
8. Резонансный интеграл.
9. Вероятность избежать поглощение при замедлении.
10. Уравнение замедления нейтронов
11. Уравнение переноса нейтронов (стационарное)
12. Нестационарное уравнение переноса нейтронов
13. Площадь миграции нейтронов. Однотемпературное уравнение диффузии.
14. Геометрические параметры реакторов различной формы.
15. Реактор с отражателем в однотемпературном приближении.
16. Температурные коэффициенты и эффекты реактивности.
17. Термализация нейтронов. Спектр тепловых нейтронов.
18. Усреднение сечений в тепловой области энергий. Вычисление коэффициента использования тепловых нейтронов в гомогенной среде.
19. Кинетика точечного реактора. Уравнение обратных часов.
20. Отравление реактора.
21. Шлакование реактора.
22. Изменение нуклидного состава топлива в процессе выгорания.

Ядерные энергетические реакторы:

1. 1. Классификация ядерных реакторов (по назначению, по энергии нейтронов, по виду замедлителя, теплоносителя и т.д.).
2. Энергия нейтронов. Замедлители. Требования к замедлителям. Влияние свойств замедлителя на конструктивные особенности активной зоны.

3. Теплоносители. Требования к теплоносителям. Сравнительный анализ различных теплоносителей по свойствам (вода, ЖМТ, газы). Влияние свойств теплоносителя на конструктивные особенности активной зоны.
4. Влияние теплофизических свойств теплоносителя на затраты мощности на прокачку.
5. Конструктивные особенности ТВЭЛОВ. Виды используемого топлива их преимущества и недостатки (металлическое топливо, диоксиды U, Pu). Основные принципы конструирования тепловыделяющих сборок.
6. Компонировка ЯЭУ (петлевая, интегральная). Преимущества и недостатки различных вариантов.
7. Водно-водяные энергетические реакторы с водой под давлением (ВВЭРД). Конструкция. Основные характеристики. Преимущества и недостатки. Варианты органов регулирования (поглощающие сборки, кластеры). Жидкостное регулирование. Особенности эксплуатации ВВЭРД.
8. Водно-водяные энергетические реакторы кипящего типа (ВВЭРК). Особенности конструкции. Основные характеристики. Преимущества и недостатки в сравнении с ВВЭРД. Особенности распределения энерговыделения по высоте активной зоны. Особенности регулирования ВВЭРК.
9. Канальные водо-графитовые реакторы (РБМК). Конструкция. Основные характеристики реакторов типа РБМК. Контур многократной принудительной циркуляции. Преимущества и недостатки. Особенности эксплуатации РБМК.
10. Реакторы на быстрых нейтронах (БН). Коэффициент воспроизводства ядерного топлива. Особенности конструкции. Основные характеристики реакторов типа БН. Преимущества и недостатки реакторов БН. Особенности эксплуатации БН. Перегрузка топлива. Конструкция БН-600. Конструкция БРЕСТ 300 ОД
11. Газоохлаждаемые реакторы (ВТГР). Особенности конструкции. Варианты компоновочных схем. Преимущества и недостатки реакторов данного типа.
12. Энерговыделение в реакторе и организация теплоотвода. Основные источники энерговыделения в активной зоне. Энергонапряженность активных зон реакторов различных типов (ВВЭР, РБМК, БН). Остаточное энерговыделение.
13. Распределение энерговыделения в активной зоне. Коэффициенты неравномерности энерговыделения. Способы выравнивания энерговыделения. Гидравлическое профилирование активной зоны.
14. Барьеры безопасности. Основные принципы, используемые при конструировании систем безопасности.
15. САОЗ ВВЭР. Схема, принцип действия.
16. САОР РБМК. Схема, принцип действия.
17. Система защитной оболочки. Схема, принцип действия.
18. Тяжелые аварии. Локализация расплава в корпусах ВВЭР. Устройство локализации расплава (особенности конструкции, принцип действия). Зарубежные концепции.

19. Методика теплогидравлического расчета активной зоны ВВЭР.
20. Методика теплогидравлического расчета активной зоны РБМК.

Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок:

1. 1. Основные характеристики нейтронного поля в ядерном реакторе
2. Основные топливные циклы, применяемые в ядерной энергетике
3. Основные конструкционные элементы ядерного реактора
4. Понятие бесконечного разбавления поглотителя
5. Спектр нейтронов в тепловом ядерном реакторе.
6. Коэффициент затенения решетки
7. Эффективные сечения третьей группы четырехгрупповой системы ядерных данных в методике Батъ.
8. Рациональное приближение Вигнера и Вигнера – Белла
9. Определение коэффициента использования тепловых нейтронов методом Амуалия, Бенуа, Горовица.
10. Основные представления теории решеток.
11. Применение теорем эквивалентности при расчетах ядерных реакторов. Вероятность избежать резонансного захвата в гомогенном и гетерогенном случаях
12. Гомогенизация ячейки методом Вигнера – Зейца
13. Многогрупповое приближение для учета спектров нейтронов в ядерном реакторе
14. Истинный и эффективный резонансный интеграл. Понятие бесконечного разбавления поглотителя
15. Применение метода вероятности первых столкновений при нейтронно-физическом расчете ядерного реактора
16. Гомогенизация ядерного реактора
17. Приближение метода узких резонансов в ячеечных расчетах.
18. Особенности расчетного определения внутреннего и внешнего блок – эффекта ячейки
19. Четырехгрупповое приближение и четырехгрупповая система ядерных данных в методике Батъ
20. Спектральный индекс d_{28} .
21. Эффективные сечения первой группы четырехгрупповой системы ядерных данных в методике Батъ
22. Обобщение приближения Вигнера - Белла для тесных решеток
23. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах в методике Бартоломей-Батъ
24. Особенности метода ВПС при нейтронно-физическом расчете ядерного реактора
25. Применение метода ВПС при расчете вероятности избежать резонансного поглощения
26. Характер влияния местоположения стрежня – поглотителя на его эффективность

27. Получить выражение для изменения во времени средней концентрации ^{239}Pu в тепловом ядерном реакторе
28. Эффективные сечения второй группы четырехгрупповой системы ядерных данных в методике Бать
29. Истинный и эффективный резонансный интеграл. Понятие бесконечного разбавления поглотителя
30. Обобщения метода АБГ для сложных ячеек и ячеек с источником тепловых нейтронов в блоке и замедлителе
31. Получить энергетическую зависимость плотности потока нейтронов для четырехгрупповой системы ядерных данных в методике Бартоломея – Бать
32. Эффективные сечения четвертой группы четырехгрупповой системы ядерных данных в методике Бать
33. Инженерные методы расчета эффективного резонансного интеграла
34. Внутренний и внешний блок – эффекта ячейки при расчете коэффициента использования тепловых нейтронов
35. Связь вариации геометрического параметра с реактивностью стержня – поглотителя нейтронов
36. Получение эффективных диффузионных констант по методике Бартоломея – Бать
37. Приближение метода узких резонансов в ячейечных расчетах вероятности избежать резонансного поглощения
38. Определение веса абсолютно черного стержня – поглотителя нейтронов, погруженного в центре ядерного реактора
39. Учет взаимного влияния блоков при проведении расчетов ячеек ядерного реактора.
40. Эффективные двухгрупповые диффузионные константы в методике Бартоломея – Бать
41. Инженерные методы расчета эффективного резонансного интеграла
42. Связь выгорания с эффективным коэффициентом размножения нейтронов.
43. Условия реализации спектра Ферми в ядерном реакторе
44. Особенности расчета нуклидного состава при выгорании топлива
45. Получение эффективных одnogрупповых диффузионных констант данных в методике Бартоломея – Бать

Динамика и безопасность ЯЭУ:

1. 1. Основные понятия и принципы обеспечения радиационной безопасности.
2. Понятие ядерной безопасности. Принципы обеспечения ядерной безопасности.
3. Мероприятия, реализуемые в рамках первого уровня ГЭЗ. Понятие динамической устойчивости и внутренней самозащищенности ядерного реактора.
4. Понятие аварии на АЭС. Радиационная авария. Ядерная авария. Проектные и запроектные аварии. Понятие максимальной проектной аварии.

5. Признаки формирования аварийной защиты реактора. Виды аварийных защит на реакторах различного типа.
6. Основные понятия нейтронной кинетики.
7. Динамика температуры топлива и теплоносителя.
8. Топливная матрица как защитный барьер ГЭЗ. Нагружающие и повреждающие факторы, действующие на данный барьер, способы контроля и поддержания целостности данного барьера.
9. Оболочка ТВЭЛ как защитный барьер ГЭЗ. Нагружающие и повреждающие факторы, действующие на данный барьер, способы контроля и поддержания целостности данного барьера.
10. Авария на ЧАЭС как реактивная авария. Физические и конструктивные особенности реактора РБМК, обусловившие возможность аварии. Основные мероприятия послеаварийной модернизации реакторов РБМК.
11. Аварии на АЭС Три-Майл-Айленд и Фукусима как аварии с потерей теплоносителя и ухудшением теплообмена. Роль систем отвода остаточных тепловыделений.
12. Классификация систем АЭС по их назначению и влиянию на безопасность.
13. Системы безопасности в проектах АЭС с ВВЭР-640 и АЭС-2006.

8.3.2 Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Проект АТЭЦ с реакторными установками ВК-300
2. Проект АЭС мощностью 2440 МВт с реакторами BWR
3. Проект плавучей АЭС с реакторными установками КЛТ-40С
4. Проект АСТ с реакторными установками РУТА
5. Проект АЭС мощностью 4000 МВт с реакторами БН

9. Методические рекомендации для подготовки к государственной итоговой аттестации

Программа государственной итоговой аттестации, включая программы государственных экзаменов и (или) требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения, критерии оценки результатов сдачи государственных экзаменов и (или) защиты выпускных квалификационных работ, утвержденные университетом, а также порядок подачи и рассмотрения апелляций доводятся до сведения студентов не позднее, чем за шесть месяцев до начала государственной итоговой аттестации в соответствии с графиком учебного процесса.

Государственный экзамен проводится до защиты выпускной квалификационной работы.

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся в соответствии с расписанием консультаций.

Государственный экзамен проводится по утвержденной университетом программе ГИА, содержащей перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен, и рекомендации студентам по подготовке к государственному экзамену, в том числе перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену. Перед государственным экзаменом проводится консультирование студентов по вопросам, включенным в программу государственного экзамена (далее – предэкзаменационная консультация).

Университет утверждает перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых студентам (далее – перечень тем), и доводит его до сведения студентов не позднее, чем за 6 месяцев до даты начала ГИА в соответствии с графиком учебного процесса.

По письменному заявлению студента (нескольких студентов, выполняющих выпускную квалификационную работу совместно) университет может предоставить студенту (студентам) возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по теме, предложенной студентом (студентами), в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

Общие требования к структуре и оформлению ВКР определены в положении «ПОЛОЖЕНИЕ о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры».

10. Особенности организации государственной итоговой аттестации инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Реализуемая ООП предусматривает возможность обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Программа государственной итоговой аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается руководителем ООП индивидуально, согласовывается со студентом, представителем возможного работодателя – эксперта. При выборе темы ВКР учитываются рекомендации медико-социальной экспертизы относительно возможных условий и видов труда.

При проведении государственной итоговой аттестации обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

Проведение государственной итоговой аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограничений

возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении государственной итоговой аттестации;

Пользование необходимыми обучающимся техническими средствами при прохождении государственной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;

По письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья продолжительность защиты ВКР может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности.

Продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

Продолжительность выступления обучающегося при защите выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.