

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯЭ

«26» мая 2023 г.

**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Институт	Институт ядерной энергетики (филиал) ФГАОУ ВО "СПбПУ" в г. Сосновый Бор
Кафедра	Кафедра "Проектирование и эксплуатация АЭС"
Направление подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Наименование ООП	14.05.02_01 Проектирование и эксплуатация атомных станций
Квалификация выпускника	инженер-физик
Форма обучения	Очная

Санкт-Петербург

2023 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе СУОС по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании подразделения Кафедра "Проектирование и эксплуатация АЭС" «25» мая 2023 г., протокол № 14.

Руководитель образовательной программы: А.В. Ельшин

Программа составлена:

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

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
- АЭС
- Парогенераторы АЭС
- Турбомашин АЭС

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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработать командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и 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 в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
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 составлять тепловые схемы и математические модели процессов и аппаратов преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию
ПК-10	Способен формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ
ПК-11	Способен выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования ядерных энергетических установок
ПК-12	Способен применять на практике принципы организации эксплуатации АС, а также понимать принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков при нормальной эксплуатации, при ее нарушениях, при ремонте и перегрузках
ПК-13	Способен понимать причины накладываемых на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС
ПК-14	Способен выполнять типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере
ПК-15	Способен применять принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности
ПК-16	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок
ПК-17	Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований

ПК-18	Способен проводить исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации
ПК-19	Способен использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций
ПК-2	Способен проводить физические эксперименты на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом
ПК-20	Способен составить отчет по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ
ПК-21	Способен выполнять проектирование АЭС с учетом общих требований в области проектирования ОИАЭ
ПК-22	Способен выполнять проектирование систем ядерного острова АЭС
ПК-23	Способен выполнять проектирование систем турбинного острова АЭС
ПК-24	Способен организовать и спланировать безопасную эксплуатацию оборудования и трубопроводов, основных фондов турбинного отделения АЭС
ПК-25	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-3	Способен использовать математические модели и программные комплексы для численного анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АС
ПК-4	Способен выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств
ПК-5	Способен к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий
ПК-6	Способен к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных АС и ЯЭУ
ПК-7	Способен осуществлять подготовку исходных данных для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ
ПК-8	Способен проводить эскизное и предэскизное проектирование и конструирование элементов и систем ЯЭУ с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности

ПК-9	Способен проводить экспертизу технической документации основного оборудования АС и исследования причин неисправностей технологического оборудования, находить пути их устранения
------	--

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 - научно-исследовательский, 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

Заключение

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

6.2. Интернет-ресурсы

1. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: <https://www.gost.ru/portal/gost/>

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 вышперечисленным 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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР

УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и 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 в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов		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	Экзаменационный билет / тест	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		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		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 составлять тепловые схемы и математические модели процессов и аппаратов преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-10	Способен формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-11	Способен выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования ядерных энергетических установок		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-12	Способен применять на практике принципы организации эксплуатации АС, а также понимать принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков при нормальной эксплуатации, при ее нарушениях, при ремонте и перегрузках		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР

ПК-13	Способен понимать причины накладываемых на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-14	Способен выполнять типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-15	Способен применять принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-16	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-17	Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-18	Способен проводить исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-19	Способен использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-2	Способен проводить физические эксперименты на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР

ПК-20	Способен составить отчет по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-21	Способен выполнять проектирование АЭС с учетом общих требований в области проектирования ОИАЭ		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-22	Способен выполнять проектирование систем ядерного острова АЭС		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-23	Способен выполнять проектирование систем турбинного острова АЭС		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-24	Способен организовать и спланировать безопасную эксплуатацию оборудования и трубопроводов, основных фондов турбинного отделения АЭС		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-25	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		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-3	Способен использовать математические модели и программные комплексы для численного анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АС		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-4	Способен выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-5	Способен к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР

ПК-6	Способен к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных АС и ЯЭУ	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-7	Способен осуществлять подготовку исходных данных для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-8	Способен проводить эскизное и предэскизное проектирование и конструирование элементов и систем ЯЭУ с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности	Экзаменационный билет / тест	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-9	Способен проводить экспертизу технической документации основного оборудования АС и исследования причин неисправностей технологического оборудования, находить пути их устранения		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. Одногрупповое уравнение диффузии.
14. Геометрические параметры реакторов различной формы.
15. Реактор с отражателем в одногрупповом 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.

АЭС:

1. 1. Классификация АЭС.
2. Характеристики теплоносителей и рабочих тел АЭС. Виды теплоносителей и рабочих тел, применяемых на АЭС.
3. Регенеративные подогреватели: назначение, классификация, тепловые балансы подогревателей.
4. Подогреватели низкого давления: устройство и особенности конструкции.
5. Атомные станции теплоснабжения: назначение и особенности тепловых схем.
6. Потери пара и конденсата при эксплуатации АЭС и их восполнение.
7. Влажность пара и ее влияние на эффективность работы турбин. Способы снижения влагосодержания пара в турбине.
8. Промежуточные сепарация и перегрев пара как способ повышения эффективности работы оборудования АЭС.
9. Назначение, устройство и характеристики сепараторов-пароперегревателей.
10. Назначение, устройство и принцип действия деаэраторов.
11. Конденсационные установки АЭС. Классификация и характеристики конденсатора.
12. Системы технического водоснабжения. Потребители и потребности АЭС в технической воде.
13. Виды, оборудование и характеристики систем технического водоснабжения АЭС.
14. Назначение градирен, их характеристики.
15. Техничко-экономические показатели АЭС.

Парогенераторы АЭС:

1. 1. Принципиальные схемы производства пара на АЭС. Место ПГ в тепловой схеме станции.
2. Основные требования, предъявляемые к конструкции ПГ АЭС.
3. Конструкции ПГ АЭС (с погружной поверхностью теплообмена, вертикальный прямоточный).
4. Основные характеристики пароводяной смеси.
5. Режимы течения пароводяной смеси. Карты режимов течения.

6. Теплообмен при движении однофазных сред.
7. Теплообмен при кипении. Кипение в большом объеме. Кривая кипения.
8. Распределение параметров потока по длине парогенерирующего канала.
9. Кризисы теплообмена.
10. Гидравлическое сопротивление при движении пароводяной смеси в трубах.
11. Барботаж пара. Влияние условий подачи пара на барботаж.
12. Естественная циркуляция. Основные определения.
13. Схема расчета естественной циркуляции в простом контуре.
14. Задачи теплового расчета. Общие положения теплового расчета ПГ.
15. Определение площади теплопередающей поверхности ПГ. Уравнение теплового баланса.

Турбомашины АЭС:

1. 1. Общее описание конструкции паровой турбины.
2. Структурные схемы и обозначения паровых турбин.
3. Применение насосов в паротурбинной установке АЭС. Понятие быстроходности насосов. Конструкция насосов.
4. Обеспечение надежности насосов. Кавитация. Режимы устойчивой и неустойчивой работы насосов.
5. Обеспечение вибрационной надежности рабочих лопаток и роторов паровых турбин. Вибрационные диаграммы.
6. Эрозия поверхности рабочих лопаток. Основные параметры, определяющие интенсивность процесса эрозии. Способы уменьшения эрозии рабочих лопаток.
7. Статическая прочность рабочих лопаток.
8. КПД паротурбинной установки АЭС. Анализ работы паротурбинных установок на частичных режимах.
9. Турбинное уравнение Эйлера. Работа, совершаемая в ступени турбомашины. Понятие степени реактивности.
10. Металлы, используемые в паровых турбинах.

8.3.2 Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Проект АЭС мощностью 2000 МВт с реакторами ВВЭР-1000
2. Проект АЭС мощностью 3600 МВт с реакторами ВВЭР-1200
3. Проект АЭС мощностью 1500 МВт с реакторами БРЕСТ
4. Проект АЭС мощностью 1800 МВт с реакторами ВWR
5. Проект АЭС мощностью 2400 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 ограниченных 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.