

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по ОД  
  
 М.А. Соловьев  
 «30» «06» 2020 г.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 ПРИЕМ 2018 г.  
 ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	
Специализация	Проектирование и эксплуатация атомных станций	
Виды профессиональной деятельности	Основной	Проектный
	Дополнительные	Производственно-технологический, Научно-исследовательский, Организационно-управленческий
Ориентированность программы		
Уровень образования	высшее образование – специалитет	
Квалификация	Инженер-физик	
Язык обучения	<i>русский (в соответствии с локальными нормативными актами университета ряд дисциплин может быть реализован на английском языке)</i>	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	330	
Государственная итоговая аттестация	Государственный экзамен по специальности (подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена). Выпускная квалификационная работа дипломированного специалиста (подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы)	
Выпускающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики	
Директор Инженерной школы энергетики		А.С. Матвеев
Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры		А.С. Заворин
Руководитель ООП		А.В. Воробьев

Томск 2020 г.

## 1. Общая структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация по направлению по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (специализация: «Проектирование и эксплуатация атомных станций») включает защиту выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена.

Код компетенции	Код результата освоения ООП	Наименование компетенции	Подготовка и сдача ГЭ	Подготовка и защита ВКР
ОК(У)-1	P1	Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу		+
ОК(У)-2	P5	Способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции		+
ОК(У)-3	P5	Способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции		+
ОК(У)-4	P2	Способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности		+
ОК(У)-5	P2, P4	Способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности		+
ОК(У)-6	P3, P5	Готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения		+
ОК(У)-7	P6	Готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала		+
ОК(У)-8	P7	Способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности		+
ОК(У)-9	P8	Способностью использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций		+
ОПК(У)-1	P9	Способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности		+
ОПК(У)-2	P4	Готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности		+
ОПК(У)-3	P3	Готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия		+
ПК(У)-1	P10	готовностью использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок	+	+
ПК(У)-2	P11	способностью проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований		+

Код компетенции	Код результата освоения ООП	Наименование компетенции	Подготовка и сдача ГЭ	Подготовка и защита ВКР
ПК(У)-3	P12	готовностью к проведению исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации		+
ПК(У)-4	P13	готовностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций		+
ПК(У)-5	P12	способностью составить отчет по выполненному заданию, готовностью к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ		+
ПК(У)-6	P14	владением основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования	+	+
ПК(У)-7	P23	способностью обоснованно выбирать средства измерения теплофизических параметров, оценивать погрешности результатов измерений		+
ПК(У)-8	P18	способностью проводить анализ и оценку степени экологической опасности производственной деятельности человека на стадиях исследования, проектирования, производства и эксплуатации технических объектов, владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	+	+
ПК(У)-9	P22	способностью формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач	+	+
ПК(У)-10	P14	готовностью к разработке проектов узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, к использованию в разработке технических проектов новых информационных технологий ();	+	+
ПК(У)-11	P15	готовностью к разработке проектной и рабочей технической документации, к оформлению законченных проектно-конструкторских работ в области проектирования ЯЭУ	+	+
ПК(У)-12	P14	готовностью участвовать в проектировании основного оборудования, систем контроля и управления ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и безопасной работы	+	+
ПК(У)-13	P16	готовностью к проведению предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов в области проектирования ядерных энергетических установок		+
ПК(У)-14	P16	готовностью подготовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа существующих и проектируемых		+
ПК(У)-15	P12	способностью использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов, приборов и систем, готовностью		+

Код компетенции	Код результата освоения ООП	Наименование компетенции	Подготовка и сдача ГЭ	Подготовка и защита ВКР
		осуществлять сбор, анализ и подготовку исходных данных для информационных систем проектов ЯЭУ и их компонентов		
ПК(У)-16	P17	способностью анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	+	+
ПК(У)-17	P17	способностью проводить нейтронно-физические и тепло-гидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы	+	+
ПК(У)-18	P18	способностью провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и другими отходами	+	+
ПК(У)-19	P13	готовностью использовать средства автоматизированного управления, защиты и контроля технологических процессов		+
ПК(У)-20	P13	способностью демонстрировать основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности	+	+
ПК(У)-21	P23	способностью анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС (и ЯЭУ) применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АС		+
ПК(У)-22	P19	готовностью к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования		+
ПК(У)-23	P19	готовностью к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования		+
ПК(У)-24	P19	способностью составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, планы, сметы, заявки на материалы, оборудование), а также установленную отчетность по утвержденным формам		+
ПК(У)-25	P13	готовностью выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов		+
ПК(У)-26	P19	готовностью к организации работы малых коллективов исполнителей, планированию работы персонала и фондов оплаты труда		+
ПК(У)-27	P13	способностью организовывать экспертизу технической документации, готовностью к исследованию причин неисправностей оборудования, принятию мер по их устранению		+
ПК(У)-28	P16	способностью проводить анализ производственных и непроизводственных затрат на обеспечение необходимого качества продукции		+
ПК(У)-29	P12	способностью осуществлять и анализировать		+

Код компетенции	Код результата освоения ООП	Наименование компетенции	Подготовка и сдача ГЭ	Подготовка и защита ВКР
		исследовательскую и технологическую деятельность как объект управления		
ПСК(У)-1.1	P11	способностью составлять тепловые схемы и математические модели процессов и аппаратов преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию	+	+
ПСК(У)-1.2	P20	готовностью к проведению физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом	+	+
ПСК(У)-1.3	P11	способностью использовать математические модели и программные комплексы для численного анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АС	+	+
ПСК(У)-1.4	P17	способностью выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств	+	+
ПСК(У)-1.5	P14	готовностью 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		+
ПСК(У)-1.6	P16	готовностью к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных АС и ЯЭУ	+	+
ПСК(У)-1.7	P14	способностью осуществлять подготовку исходных данных для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ	+	+
ПСК(У)-1.8	P14	способностью проводить эскизное и предэскизное проектирование и конструирование элементов и систем ЯЭУ с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности	+	+
ПСК(У)-1.9	P13	способностью проводить экспертизу технической документации основного оборудования АС и исследования причин неисправностей технологического оборудования, находить пути их устранения	+	+
ПСК(У)-1.10	P14	способностью формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ	+	+
ПСК(У)-1.11	P21	способностью выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования ядерных энергетических установок		+
ПСК(У)-1.12	P13	способностью применять на практике принципы организации эксплуатации АС, а также понимать принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков при нормальной эксплуатации, при её нарушениях, при ремонте и перегрузках	+	+
ПСК(У)-1.13	P13	способностью понимать причины накладываемых на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности и особенностями	+	+

Код компетенции	Код результата освоения ООП	Наименование компетенции	Подготовка и сдача ГЭ	Подготовка и защита ВКР
		конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС		
ПСК(У)-1.14	P13	способностью выполнять типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере		+
ПСК(У)-1.15	P13	готовностью применять принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности	+	+

## 2. Содержание и порядок организации государственного экзамена

### 2.1. Содержание государственного экзамена:

2.1.1. Государственный экзамен является квалификационным и предназначен для определения уровня теоретической подготовленности выпускника к решению профессиональных задач.

2.1.2. Государственный экзамен проводится по материалам нескольких дисциплин образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

2.1.3. Содержание контролирующих материалов и критерии оценки государственного экзамена приведены в фонде оценочных средств ГИА.

## 3. Содержание и порядок организации защиты выпускной квалификационной работы

### 3.1. Содержание выпускной квалификационной работы

3.1.1. Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой выполненную обучающимися работу, демонстрирующую уровень достигнутых результатов обучения.

3.1.2. ВКР имеет следующую структуру:

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

### 3.2. Порядок защиты выпускной квалификационной работы

3.2.1. Защита ВКР проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии.

3.2.2. Методика и критерии оценки ВКР приведены в Фонде оценочных средств ГИА.

#### **4. Список источников для подготовки к государственной итоговой аттестации**

##### **4.1. Основные источники:**

1. Ягов В.В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях : учебное пособие для вузов. – М. : Издательский дом МЭИ, 2014. - 542 с. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008546.html> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа : по подписке.
2. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б. А. Тепломассообмен: учебник для вузов. — Москва: Изд-во МЭИ, 2011. — 559 с.: ил.. — Текст : непосредственный
3. Основное оборудование АЭС : учебное пособие / под редакцией Дмитриева С.М. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 288 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/65576> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Антонова А.М., Воробьев А.В. Тепловые и атомные электрические станции. Проектирование тепловых схем : учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 256 с.: ил.. – Текст : непосредственный
5. Зорин В.М., Атомные электростанции : учебное пособие. – М. : Издательский дом МЭИ, 2012. – 672 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383006047.html> (дата обращения: 22.07.2020). - Режим доступа : по подписке.
6. Якубенко И.А., Пинчук М.Э. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. – 288 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75782> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Рассохин Н.Г. Парогенераторные установки атомных электростанций : учебник / Н. Г. Рассохин. — 4-е изд., перераб. и доп.. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 384 с.: ил.. — Текст : непосредственный
8. Трояновский Б.М. Паровые и газовые турбины атомных электростанций : учебное пособие. — Екатеринбург: АТП, 2015. – 256 с.: ил.. – Библиогр.: с. 253-254. – Предметный указатель: с. 254-255. – ISBN 5-283-00042-3.
9. Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин учебник: в 2 кн. – 7-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург : АТП , 2015. – Текст : непосредственный.
10. Перевезенцев В. В. Газоаэрозольные выбросы атомных электростанций, миграция и накопление радионуклидов в объектах окружающей среды : методические указания / под общей редакцией Агаевой Э.И. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 76 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/103466> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Ветошкин А. Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов : учебное пособие. — 2-е изд., испр. и доп. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 416 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/124601> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Шелегов А. С. Лескин С. Т., Слободчук В. И. Насосное оборудование АЭС: учебное пособие. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. – 348 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL:

<https://e.lanbook.com/book/75747> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Копосов Е.Б. Кинетика ядерных реакторов : методические указания. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 115 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/103467> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Кузьмин А.М., Шмелев А.Н., Апсэ В.А. Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах : учебное пособие для вузов. – М. : Издательский дом МЭИ, 2015. – 128 с. – Текст : электронный //

#### 4.2. Дополнительные источники:

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача : учебник для вузов. – 5-е изд., стер. – Москва: АРИС, 2014. – 417 с. – Текст : непосредственный 199 экз.

2. Выговский С.Б., Семенов А.А., Рябов Н.О., Чернов Е.В. Физические и конструкционные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. – 376 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75766> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Золотонос Я.Д., Багоутдинова А.Г., Золотонос А.Я. Трубчатые теплообменники. Моделирование, расчет: монография.— Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 272 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/112678> (дата обращения: 22.07.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 4.2. Методическое обеспечение:

1. Выполнение и организация защиты ВКР студентами: методические указания для студентов специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Программа ГИА составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (специализация: «Проектирование и эксплуатация атомных станций»), (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ		Антонова А.М.

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол № 19 от 18.05.2017).

**Лист изменений программы государственной итоговой аттестации:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Изменена система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете во всех дисциплинах и практиках, реализация которых начнётся с осеннего семестра 2018/19 учебного года и далее до завершения реализации программы.	Протокол № 12 от 30.08.2018 г. (НОЦ И.Н. Бутакова)
2019/2020 учебный год	1. В соответствии с развитием науки и техники в дисциплине «Атомные электростанции» изменено содержание п. 4 рабочей программы	№ 29 от 30.05.2019 г. (НОЦ И.Н. Бутакова)