



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института Теплоэнергетики



Н.Д. Чичирова

«28» октября 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**«Защита ВКР, включая подготовку к защите и процедуру защиты»**

Направление  
подготовки

13.04.03 Энергетическое машиностроение  
(Код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) Паровые и газовые турбины  
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)


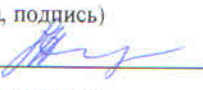
Квалификация  
(Бакалавр / Магистр)

Магистр

г. Казань, 2020

Программа государственной итоговой аттестации (ГИА) обучающихся разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки магистров 13.04.03 «Энергетическое машиностроение», утвержденном приказом Министерства образования и науки РФ от «28» февраля 2018 г. № 149.

Программу ГИА обучающихся разработали:

доцент, к.т.н.		Савина М.В.
(должность, ученая степень)	(дата, подпись)	(Фамилия И.О.)
зав. кафедрой, д.т.н		Мингалеева Г.Р.
(должность, ученая степень)	(дата, подпись)	(Фамилия И.О.)

Программа ГИА обучающихся обсуждена и одобрена на заседании кафедры-разработчика Энергетическое машиностроение протокол № 4 от 23.10.2020 г.

Заведующий кафедрой Г.Р. Мингалеева

Программа ГИА обучающихся одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020 г.

Зам. директора института Теплоэнергетики  Власов С.М.  
(подпись)

Программа ГИА обучающихся утверждена решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Цель государственной итоговой аттестации

Целью ГИА является оценка сформированности компетенций, установленных основной профессиональной образовательной программой (ОПОП), разработанной в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от «28» февраля 2018 г. № 149.

### 1.2. Структура государственной итоговой аттестации

В Блок 3 "Государственная итоговая аттестация" входит:  
подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Государственный экзамен не предусмотрен учебным планом.

### 1.3. Компетенции, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения ОПОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции (УК)	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК 1.1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи
	УК 1.2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации)
	УК 1.3 Формирует возможные варианты решения задач
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК 2.1 Определяет этапы жизненного цикла проекта
	УК 2.2 Участвует в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК 3.1 Демонстрирует понимание принципов командной работы (знает роли в команде, типы руководителей, способы управления коллективом)
	УК 3.2 Руководит членами команды для достижения поставленной задачи
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК 4.1 Осуществляет академическое и профессиональное взаимодействие, в том числе на иностранном языке
	УК 4.2 Переводит академические тексты (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т.д.) с

	иностранного языка или на иностранный язык УК 4.3 Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК 5.1 Демонстрирует понимание особенностей различных культур и наций УК 5.2 Выстраивает социальное взаимодействие, учитывая общее и особенное различных культур и религий
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК 6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания УК 6.2 Определяет приоритеты личного роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>	
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК 1.1 Формулирует цели и задачи исследования ОПК 1.2 Определяет последовательность решения задач ОПК 1.3 Формулирует критерии принятия решения
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК 2.1 Выбирает необходимый метод исследования для решения ОПК 2.2 Проводит анализ полученных результатов ОПК 2.3 Представляет результаты выполненной работы
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	
ПК-1 Способность участвовать в эксплуатации паровых и газовых турбин	ПК 1.1 Анализирует режимы и условия работы паровых и газовых турбин ПК 1.2 Оценивает техническое состояние и остаточный ресурс паровых и газовых турбин, демонстрирует порядок проведения профилактических осмотров и текущего ремонта паровых и газовых турбин ПК 1.3 Использует методы и технические средства для измерения основных параметров паровых и газовых турбин
ПК-2 Способен использовать современные достижения науки и передовых технологий в исследовании паровых и газовых турбин	ПК 2.1 Характеризует теоретические и экспериментальные методы научных исследований по созданию (совершенствованию, модернизации) паровых и газовых турбин - ПК 2.2 Применяет методы моделирования эксплуатационных характеристик и производит расчет надежности паровых и газовых турбин с использованием средств автоматизации расчетов

#### **1.4. Трудоемкость государственной итоговой аттестации**

Общая трудоемкость ГИА составляет 6 зачетных единиц, 216 час., 4

недели, в том числе:

- подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы составляет 6 зачетных единиц, 216 час., 4 недели.

## **2. Примерная тематика ВКР по ОПОП**

1. Исследования сжигания метано-водородной фракции в ГТУ
2. Исследования по повышению эффективности газовых турбин при изменении термодинамического цикла
3. Исследование интегрированного неразрушающего вида контроля при эксплуатации энергетической установки
4. Исследования и расчеты схем ГТУ малой мощности с эффективным КПД не менее 38%
5. Исследование режимов работы мини-ТЭС на базе ГТУ мощностью 12 МВт при изменении тепловой нагрузки
6. Исследование комбинированного газотурбинного цикла при различных условиях эксплуатации
7. Исследования применения воздушных турбин в 2-х контурных ГТУ
8. Исследования и расчеты работы ПГУ при разных составах топливного газа
9. Сжигание газа, полученного из угля, в камерах сгорания газотурбинных установок
10. Исследование работоспособности в ГТУ тепловых насосов
11. Исследования работы ГТУ в режиме тригенерации
12. Исследование и математическое моделирование энергетических турбомашин
13. Исследование режимных параметров ПГУ
14. Разработка экономически целесообразного метода рекуперации энергии теплоты отходящих газов
15. Разработка комплекса мероприятий по уменьшению удельных расходов топлива на производство электрической и тепловой энергии ТЭЦ на базе ПГУ
16. Разработка и обоснование проекта модернизации котельной с установкой газопоршневого агрегата
17. Разработка технологических схем мини-ТЭС на базе использования ГТУ малой мощности
18. Разработка методик подбора регенеративных подогревателей ПТУ из типового перечня подогревателей на основе технико-экономического расчет
19. Модернизация контура газового подогревателя конденсата котла – утилизатора в схемах ПГУ
20. Исследование и оптимизация конструкций деталей и узлов паровых турбин
21. Исследование режимных параметров теплообменника-регенератора для ГТУ
22. Устранение сезонных ограничений по мощности в летний период на ТЭЦ с парогазовыми установками

23. Расчет камеры сгорания ГТУ при использовании низкокалорийных газов
24. Исследования на математической модели ГТУ
25. Исследования на математических моделях ПГУ с котлом-утилизатором
26. Разработка технологической схемы когенерационной установки на базе ГТУ малой мощности
27. Повышение эффективности когенерационной установки на базе ГТУ малой мощности
28. Исследование режимов работы газоперекачивающего агрегата компрессорной станции
29. Исследования схемы ГТУ с подогревом воздуха перед камерой сгорания
30. Исследования схемы ГТУ с высокой степенью сжатия

### 3. Учебно-методическое и информационное обеспечение ГИА

#### 3.1. Учебно-методическое обеспечение

##### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Цанев С. В., Буров В. Д., Ремезов А. Н.	Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2006		55
2	Костюк А. Г., Фролов В. В., Булкин А. Е., Трухний А. Д., Костюк А. Г.	Паровые и газовые турбины для электростанций	учебник	М.: Издательский дом МЭИ	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011577.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011577.html</a>	1
3	Буров В. Д., Дорохов Е. В.,	Тепловые электрические станции	учебник для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2009		199

	Елизаров Д. П., Жидких В. Ф., Ильин Е. Т., Лавыгин В.М., Седлов А.С., Цанев С.В.						
4	Цанев С. В., Буров В.Д., Земцов А. С., Осыка А. С., Цанев С. В.	Газотурбинные энергетические установки	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010884.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010884.html</a>	1

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Усков Д.А., Шигапов А.Б.	Расчет принципиальной тепловой схемы парогазовой установки	учебно-метод. пособие	Казань: КГЭУ	2009		25
2	Шигапов А.Б.	Стационарные газотурбинные установки тепловых электрических станций	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2006		4
3	Александров А.А., Григорьев Б.А.	Таблицы теплофизических свойств воды и	справочное издание	М.: МЭИ	1999		45

		водяного пара					
4	Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н.	Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2009		9
5	Трухний А. Д., Ломакин Б. В.	Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		82
6	Костюк А.Г., Фролов В.В., Булкин А.Е., Трухний А.Д., Костюк А.Г.	Паровые и газовые турбины для электростанций	учебник для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2008		149
7	Е. В. Аметистов, В. А. Григорьев, Б. Т. Емцев и др.	Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент	справочник	М.: Энергоиздат	1982		10
10	Назмеев Ю. Г., Лавыгин В. М.	Теплообменные аппараты ТЭС	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2007	<a href="https://e.lanbook.com/book/72296">https://e.lanbook.com/book/72296</a>	1
11	Бродов Ю. М., Аронсон К. Э., Рябчиков А. Ю., Ниренштейн М. А., Бродов Ю. М.	Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок	справочное издание	М.: Издательский дом МЭИ	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011119.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011119.html</a>	1

### 3.2. Информационное обеспечение



### 3.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	Энциклопедии, словари, справочники	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

### 3.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>
2	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
3	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
4	Платформа Springer Link	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>
5	Springer Materials	<a href="http://www.materials.springer.com">www.materials.springer.com</a>	<a href="http://www.materials.springer.com">www.materials.springer.com</a>
6	«Freedom Collection» издательства Elsevier	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
7	Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
8	Кибер Ленинка	В <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	В <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
9	Мировая цифровая библиотека	В <a href="http://wdl.org">http://wdl.org</a>	В <a href="http://wdl.org">http://wdl.org</a>
10	Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина	В <a href="http://prlib.ru">http://prlib.ru</a>	В <a href="http://prlib.ru">http://prlib.ru</a>
11	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
12	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	<a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>	<a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>
13	Сайт системы DVS для работы с Электронной библиотекой диссертаций РГБ (Э1 РГБ)	<a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a>	<a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a>
14	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
15	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
16	IOP Journals-Institute of Physics	<a href="http://www.iop.org">www.iop.org</a>	<a href="http://www.iop.org">www.iop.org</a>
17	Russian Science Citation Index (RSCI)	<a href="http://clarivate.ru">clarivate.ru</a>	<a href="http://clarivate.ru">clarivate.ru</a>

### 3.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Ar">http://app.kgeu.local/Home/Ar</a>	<a href="http://app.kgeu.lo">http://app.kgeu.lo</a>

		ps	cal/Home/Apps
2	«Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
3	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 3.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ГИА

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	MATLAB Compiler Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	инструмент, позволяющий создавать независимые приложения в среде MATLAB.	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	Компас-3D V13	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №33659/KZN12 от 04. 05 2012 Неискл. право. Бессрочно
4	AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacher license) RUS	Программное обеспечение для автоматизации процесса проектирования и черчения	ЗАО "СиСофт Казань" №CS 08/15 от 25.03.2008 Неискл. право. Бессрочно
5	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
6	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
7	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

### **4. Материально-техническое обеспечение ГИА**

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
-------	--------------------	--	--

		СРС	
1	Подготовка к процедуре защиты ВКР	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, проектор, экран раздвижной, системный блок;
		Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная (2 шт.), компьютеры в комплекте с монитором (21 шт.), учебные плакаты с изображениями деталей и узлов
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	доска аудиторная (2 шт.), компьютеры в комплекте с монитором (21 шт.), учебные плакаты с изображениями деталей и узлов
2	Защита ВКР	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, проектор, экран раздвижной, системный блок;
3	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
		Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
		Кабинет СРС	компьютеры (3шт.)

## **5. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

*Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:*

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения итоговой аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется руководителем ОПОП. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти итоговую аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.