




КГЭУ

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель методического  
совета ИТЭ

 Н.Д. Чичирова

### **ПРОГРАММА**

государственной итоговой аттестации студентов  
на соответствие их подготовки ожидаемым результатам образования  
компетентностно-ориентированной ООП ВО

Направление подготовки

13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

(код, наименование)

Профиль подготовки

«Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели»

(наименование)

Квалификация выпускника

бакалавр

(бакалавр, магистр)

Форма обучения

очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Казань – 2017 г.

## **1. Цель и задачи государственной итоговой аттестаций студентов**

Целью проведения государственного итогового экзамена является проверка знаний, умений, навыков, приобретенных выпускником при изучении дисциплин учебных циклов ООП подготовки бакалавра, в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение».

Цель государственной итоговой аттестации – установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям ФГОС ВО.

В соответствии с ФГОС ВО государственная итоговая аттестация включает в себя защиту выпускной квалификационной работы.

Государственный экзамен проводится в соответствии с решением УС КГЭУ от 27 февраля 2013 года

Задачи государственной итоговой аттестации: установление уровня освоения ООП бакалавров требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», по результатам образования компетентностно-ориентированной ООП ВО.

## **2. Основное содержание государственной итоговой аттестаций студентов**

Бакалавр в соответствии с целями основной образовательной программы и задачами профессиональной деятельности, указанными в ФГОС ВПО по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» должен обладать следующими компетенциями:

*а) общепрофессиональными компетенциями (ОПК):*

способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках (ОПК-3).

*б) профессиональными компетенциями (ПК):*

способностью к конструкторской деятельности (ПК-1);

способностью применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем (ПК-2);

способностью принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-3);

способностью представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации (ПК-4);

способностью участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов (ПК-5);

готовностью разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9);

готовностью контролировать выполнение в практической деятельности правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10).

### **2.1. Содержание государственного итогового экзамена и его соотнесение с совокупным ожидаемым результатом образования в компетентностном формате по ООП ВО в целом**

В связи с необходимостью объективной оценки степени сформированности компетенций выпускника, тематика экзаменационных вопросов и заданий является

комплексной и соответствует избранным разделам из различных дисциплин учебных циклов, формирующих конкретные компетенции. В экзаменационное задание (вопрос) могут входить элементы нескольких дисциплин (модулей). На государственный итоговый междисциплинарный экзамен вынесены следующие дисциплины:

Б.1.В.ОД.10 Паротурбинные установки;

Б.1.В.ОД.13 Газотурбинные установки;

Б.1.В.ОД.14 Парогазовые установки;

Б.1.В.ДВ.7.1 Конструкция газотурбинных установок.

Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен (программа государственного экзамена):

### Б.1.В.ОД.10 ПАРОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ

1. Ответьте на вопрос: как классифицируют ТЭС?
2. Нарисуйте схему технологическую схему пылеугольной электростанции и опишите принцип ее работы.
3. Нарисуйте схемы КЭС на органическом и ядерном топливе и опишите принцип ее работы.
4. Нарисуйте схемы ТЭЦ на органическом топливе и ядерном топливе и опишите принцип ее работы.
5. Нарисуйте схемы барабанного и прямоточного котла и опишите принцип их работы.
6. Нарисуйте схемы подготовки к сжиганию твердого, жидкого и газообразного топлива в котле и опишите принцип их работы.
7. Приведите зависимости для показателей тепловой экономичности КЭС и ТЭЦ.
8. Ответьте на вопрос, как влияют начальные и конечные параметры на тепловую экономичность цикла?
9. Ответьте на вопрос, для чего нужен промежуточный перегрев пара на КЭС?
10. Опишите особенности регенеративного подогрева воды на КЭС, ТЭЦ и АЭС.
11. Нарисуйте схемы включения регенеративных подогревателей в схему ПТУ и опишите принцип их работы.
12. Нарисуйте конструкцию регенеративного подогревателя высокого давления и опишите ее.
13. Нарисуйте конструкцию регенеративного подогревателя низкого давления поверхностного типа и опишите ее.
14. Нарисуйте конструкцию регенеративного подогревателя низкого давления смешивающего типа и опишите ее.
15. Нарисуйте конструкции деаэратора и опишите принцип его работы.
16. Нарисуйте схемы включения деаэраторов в тепловую схему турбоустановки и объясните ее.
17. Нарисуйте схемы питательных насосных установок и объясните их.
18. Ответьте на вопрос, как осуществляется привод питательных насосов, каковы их достоинства и недостатки?
19. Нарисуйте схемы включения турбопривода в тепловую схему турбоустановки и объясните их.
20. Ответьте на вопрос, какие существуют системы технического водоснабжения?

21. Нарисуйте схему конденсационной установки и объясните ее.
22. Нарисуйте конструкцию конденсатора и объясните ее.
23. Нарисуйте конструкцию воздухоотсасывающих устройств и объясните ее.
24. Приведите схемы подогрева сетевой воды на ТЭС и объясните их.
25. Нарисуйте конструкцию сетевых подогревателей и объясните ее.
26. Нарисуйте конструкцию испарителя и опишите ее.
27. Приведите основные зависимости для потока сжимаемой жидкости и объясните их.
28. Ответьте на вопрос, как происходит преобразование энергии в турбинной ступени?
29. Приведите зависимость для определения относительного лопаточного КПД ступени.
30. Нарисуйте конструкцию двухвенечной ступени и объясните ее.
31. Нарисуйте конструкцию радиальных и радиально-осевых ступеней и объясните ее.
32. Нарисуйте конструкцию одновенечной ступени и на ее основе объясните геометрические и газодинамические характеристики решеток турбинных ступеней.
33. Приведите зависимость для внутреннего относительного КПД ступени и объясните что такое дополнительные потери.
34. Нарисуйте конструкцию паровой турбины и опишите ее основные узлы.
35. Приведите зависимость для коэффициента возврата теплоты и объясните ее.
36. Нарисуйте конструкцию уплотнений и опишите их.
37. Ответьте на вопрос, что такое эрозия деталей паровых турбин, как осуществляется сепарация влаги в турбине?
38. Ответьте на вопрос, как компенсируются осевые усилия, действующие на ротор паровой турбины?
39. Ответьте на вопрос, от чего зависит выбор конструкции проточной части многоступенчатых турбин?
40. Ответьте на вопрос, от чего зависит предельная мощность однопоточной конденсационной турбины?
41. Ответьте на вопрос, какие существуют особенности влажно-паровых турбин АЭС?
42. Ответьте на вопрос, как происходит распределение давлений и тепловых перепадов по ступеням турбины при переменном расходе пара?
43. Ответьте на вопрос, как происходит тепловой процесс турбины при переменном расходе пара и различных способах парораспределения?
44. Ответьте на вопрос, как происходит регулирование мощности турбины способом скользящего давления?
45. Нарисуйте тепловую схему турбины с противодавлением и объясните ее.
46. Нарисуйте тепловую схему турбины с промежуточным регулируемым отбором пара и объясните ее.
47. Нарисуйте тепловую схему турбины с противодавлением и регулируемым отбором пара и объясните ее.
48. Нарисуйте тепловую схему турбины с двумя регулируемыми отборами пара и объясните ее?
49. Нарисуйте тепловую схему турбины с двумя отопительными отборами пара и объясните ее.

## Б.1.В.ОД.13 ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ

1. Ответьте на вопрос: какие существуют преимущества и недостатки ГТУ перед ПТУ?
2. Нарисуйте схемы ГТУ и опишите принцип их работы.
3. Нарисуйте схему газотурбинной установки со свободной турбиной и опишите принцип ее работы.
4. Ответьте на вопрос, что влияет на выбор места расположения электрогенератора в ГТУ?
5. Приведите зависимости для определения, основных газодинамических соотношений, угловой скорости, частоты вращения, окружной скорости, центробежной силы компрессора.
6. Нарисуйте конструкцию центробежного компрессора и объясните ее.
7. Нарисуйте конструкцию осевого компрессора и опишите ее
8. Напишите зависимость для уравнения энергии в компрессоре и объясните ее.
9. Приведите зависимость для расчета потребной мощности на привод компрессора и объясните ее
10. Приведите зависимость для определения КПД ступени и опишите ее.
11. Приведите зависимость для определения изоэнтروпического КПД компрессора и опишите ее.
12. Приведите зависимость для определения изоэнтропического КПД от степени повышения давления и объясните ее.
13. Приведите зависимость для определения степень реактивности компрессорной ступени и объясните ее.
14. Приведите зависимости для определения изоэнтропного напора, изоэнтропического КПД компрессора и объясните ее.
15. Ответьте на вопрос: что такое помпаж в многоступенчатых компрессорах, противопомпажные устройства и противопомпажные схемы в многоступенчатых компрессорах?
16. Нарисуйте конструкцию струйной форсунки и опишите ее.
17. Нарисуйте конструкции центробежных форсунок и опишите ее.
18. Приведите зависимости коэффициента расхода, степени заполнения жидкостного сечения и угла впрыска от геометрической характеристики для форсунки и объясните ее.
19. Приведите зависимость для расчета условной формулы топлива при заданных формулах воздуха и горючего и соотношении компонентов.
20. Приведите зависимость для расчета энтальпии ТВС и объясните ее.
21. Приведите зависимость для уравнения сохранения вещества, закона Дальтона, уравнение сохранения энергии.
22. Приведите зависимости для определения влияния на скорость горения давления, начальной температуры, турбулентности потока, коэффициента избытка воздуха и объясните их.
23. Ответьте на вопрос, какие требования, предъявляются к газовым турбинам ГТУ?
24. Приведите зависимости для расчета изоэнтропической работы турбинной ступени, изоэнтропического КПД ступени и многоступенчатой турбины и объясните их.
25. Приведите зависимость для работы, совершаемой в ступени и многоступенчатой турбине, и объясните ее.

26. Приведите зависимость реактивности турбинной ступени с кинематическими и термодинамическими параметрами, и объясните ее.

27. Приведите зависимость для расчета энтальпий природных газов по теплоте образования компонентов и объясните ее.

28. Приведите зависимости для расчета политропического процесса расширения газов в турбине, расчета показателей процесса, расчета работы расширения газов в турбине в действительном и изоэнтропическом процессах и объясните их.

### Б.1.В.ОД.14 ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

1. Нарисуйте схемы ПГУ и опишите принцип их работы.
2. Нарисуйте принципиальную схему КУ и опишите принцип ее работы.
3. Нарисуйте схему ПГУ с дожиганием, отработавших в ГТУ газов, в низконапорных парогенераторах и опишите ее работу.
4. Нарисуйте схему ПГУ с высоконапорным парогенератором и опишите ее работу.
5. Ответьте на вопрос: что такое монарные и бинарные циклы ПГУ?
6. Приведите зависимости для коэффициента полезного действия бинарных циклов, внутренний КПД, термический КПД и объясните их.
7. Ответьте на вопрос: что такое приведенный расход теплоты и приведенный КПД ПГУ?
8. Относительный нагрев рабочей среды в цикле ГТУ, влияние относительного нагрева на характеристики ПГУ.
9. Ответьте на вопрос: как влияет на КПД ПГУ процессы в КУ?
10. Приведите зависимость для КПД ПГУ с учетом выработки теплоты для производственных нужд и теплофикации и объясните ее.
11. Приведите зависимость КПД ПГУ от параметров верхней и нижней ступеней и объясните ее.
12. Приведите зависимость параметров ГТУ и их влияние на показатели ПГУ и объясните ее.
13. Приведите зависимость оптимального давления ГТУ от параметров паротурбинной ступени и объясните ее.
14. Приведите зависимости для расчета критериев эффективности работы верхней и нижней ступеней ПГУ, простого цикла ГТУ, и взаимосвязи гидравлических потерь в трактах с работой в отдельных агрегатах и ГТУ в целом, температуры рабочей среды в реальных процессах и объясните их.
15. Приведите зависимости для оценки эффективности по критериям удельной полезной работы (теплоперепада, мощности), удельной подведенной теплоты для ПГУ и объясните их.
16. Приведите зависимости для расчета КПД цикла Брайтона, коэффициента полезной работы, удельного расхода газа, вывода уравнений процессов и объясните их.
17. Влияние степени регенерации на параметры ГТУ, удельная поверхность регенератора по расходу и по мощности, комплексное выражение для КПД ГТУ.
18. Нарисуйте схемы с одно- и двухконтурными схемами генерации пара в ПГУ и объясните их.
19. Нарисуйте схему теплофикационной парогазовой установки и объясните ее.

## Б.1.В.ДВ.7.1 КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

1. Нарисуйте схемы ГТУ и ГТД и опишите принцип их действия
2. Ответьте на вопрос, какие типы ГТД и ГТУ существуют?
3. Ответьте на вопрос, какие типы компрессоров существуют?
4. Нарисуйте конструкцию осевого компрессора и опишите принцип его действия.
5. Ответьте на вопрос, какие существуют типы роторов, их особенности, достоинства, недостатки?
6. Ответьте на вопрос, какие типы корпусов компрессоров существуют и как происходит передача усилий на корпус?
7. Нарисуйте и опишите конструкцию рабочих, спрямляющих лопаток и способы их фиксации диске.
8. Нарисуйте конструкцию центробежного компрессора и опишите принцип его действия.
9. Нарисуйте конструкцию входных устройств и роторов центробежных компрессоров. Как происходит передача крутящего момента?
10. Ответьте на вопрос: какие существуют типы камер сгорания? Их сравнительная характеристика.
11. Нарисуйте конструкцию трубчатых камер сгорания и опишите их.
12. Нарисуйте конструкцию кольцевых камер сгорания и опишите их.
13. Нарисуйте конструкцию трубчато-кольцевых камер сгорания и опишите их.
14. Нарисуйте конструкцию элементов камер сгорания и опишите ее.
15. Нарисуйте схемы распыливания топлива и объясните принцип действия работы форсунок.
16. Нарисуйте конструкцию турбины и опишите принцип ее действия.
17. Нарисуйте и опишите конструкцию видов крепления рабочих, сопловых лопаток, их фиксация на диске и в корпусе.
18. Нарисуйте конструкцию роторов турбин и типы соединений дисков турбины с валом.
19. Ответьте на вопрос: как передаются усилия в турбине?
20. Нарисуйте конструкцию уплотнений и опишите принцип их действия.

Соответствие оценочных заданий компетенциям выпускника представлено в таблице 1.

Таблица 1

Коды компетенций	Компетенции выпускника как совокупный ожидаемый результат по завершении обучения	Совокупность оценочных заданий, составляющий содержание государственного итогового экзамена			
		3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
		Нарисуйте схему и опишите принцип ее работы	Нарисуйте конструкцию и опишите ее	Ответьте на вопрос	Приведите зависимость и объясните ее
ОПК					
ОПК-3	способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках	+	+	+	+





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПК-9	готовностью разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПК-10	готовностью контролировать выполнение в практической деятельности правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда						+			

### **3. Формы проведения государственной итоговой аттестации студентов на соответствие их подготовки ожидаемым результатам образования компетентно-ориентированной ООП**

#### **3.1. Порядок проведения государственного экзамена**

Порядок проведения государственного итогового междисциплинарного экзамена по направлению обучения 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» профиль подготовки «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели» определяется настоящей Программой государственной итоговой аттестации и доводится до сведения студентов не позднее, чем за полгода до начала ГИА.

Студенты обеспечиваются материалами по ГИА, им создаются необходимые для подготовки условия, проводятся консультации.

К государственному итоговому междисциплинарному экзамену допускаются лица, завершившие полный курс обучения по основной образовательной программе и успешно прошедшие все предшествующие аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом.

Списки студентов, допущенных к государственному итоговому междисциплинарному экзамену, утверждаются распоряжением по институту Теплоэнергетики и представляются в ГЭК директором института.

Сдача государственного междисциплинарного итогового экзамена проводится на открытом заседании экзаменационной комиссии с участием не менее двух третей ее состава с обязательным присутствием председателя комиссии или его заместителя.

Порядок проведения государственного итогового междисциплинарного экзамена:

1) при подготовке ответов в аудитории может находиться не более 6 экзаменуемых;

2) для подготовки ответов на основные вопросы экзаменуемому предоставляется не менее 30 минут;

3) экзамен сдается в устной форме, за исключением практических заданий;

4) для подготовки ответов на дополнительные вопросы решением председателя комиссии (заместителя председателя) выпускнику может быть предоставлено дополнительное время;

5) при необходимости экзаменуемый может пользоваться справочной литературой, список которой представлен в п. 4.;

6) пользоваться посторонними материалами, не включенными в список необходимой справочной литературы, не допускается;

7) брать билет повторно не допускается.

### 3.2. Проверка экзаменационных работ

Оценивание ответов выпускников осуществляет государственная экзаменационная комиссия (ГЭК), утверждается приказом ректора. В состав ГЭК входит заведующий выпускающей кафедрой «Энергетическое машиностроение» – заместитель председателя ГЭК.

Комиссия учитывает правильность и полноту ответов, соответствие анализа физической и инженерной картины рассматриваемого процесса или устройства требованиям ФГОС ВО в рамках регламентированных видов профессиональной деятельности, а также оригинальность мышления, идей.

Каждый член ГЭК оценивает ответ экзаменуемого на каждый вопрос билета по пятибалльной системе в соответствии с полнотой его раскрытия.

### 3.3. Критерии выставления оценок

Критерии оценки единообразны по всем вопросам контрольных заданий, а их основополагающим принципом при ответе на качественный вопрос должно быть четкое соответствие анализа физической и инженерной картины рассматриваемого процесса или устройства (а также, при необходимости, их математического описания) требованиям ФГОС в рамках регламентированных видов профессиональной деятельности.

Оценка на государственном экзамене выставляется по четырехбалльной системе, решение об этом принимается ГЭК на закрытом заседании простым большинством голосов членов ГЭК, участвующих в заседании. При равном числе голосов голос председателя является решающим.

Каждым членом ГЭК на заседании ГЭК ответы на вопросы оцениваются по показателям, представленным в таблице 3.

Таблица 3

Качество ответов на государственном экзамене

№ показателя	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Качество доклада на заседании ГЭК (логичность, последовательность, обоснованность и др.)	
2	Правильность и аргументированность ответов на дополнительные вопросы	
3	Эрудиция и знания в области профессиональной деятельности	
4	Свобода владения материалом	
	<i>Интегральный балл оценки (среднее арифметическое значение)</i>	

Суммарный балл оценки члена ГЭК определяется как среднее арифметическое. Указанный балл округляется до ближайшего целого значения. При

значительных расхождениях в баллах между членами ГЭК, оценка определяется в результате закрытого обсуждения на заседании ГЭК.

При балле 2 – «неудовлетворительно» – студент отчисляется из университета с правом повторного прохождения аттестационных испытаний. Повторные аттестационные испытания проводятся в сроки, установленные университетом.

При балле 3 – «удовлетворительно».

При балле 4 – «хорошо».

При балле 5 – «отлично».

Результаты сдачи государственного экзамена объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационных комиссий.

Выпускник, не прибывший для сдачи государственного экзамена по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других исключительных случаях) в день экзамена, предъявляет комиссии лично или через доверенных лиц необходимое документальное подтверждение. Ему предоставляется право сдать государственный экзамен без отчисления из университета во время дополнительного заседания государственной экзаменационной комиссии. В случае отсутствия выпускника на экзамене без уважительных причин новый срок сдачи определяется председателем ГЭК вплоть до его переноса на период повторного прохождения аттестационных испытаний.

Данный порядок доводится до студентов всех форм обучения не позднее, чем за полгода до начала государственной итоговой аттестации.

### **3.4. Хранение экзаменационных работ**

Бланки с ответами студентов вместе с контрольно-экзаменационными заданиями подлежат хранению на выпускающей кафедре в течение пяти лет.

### **3.5. Требования к выпускной квалификационной работе**

#### **3.5.1. Общие положения**

Выпускная работа на квалификацию бакалавра, бакалаврская работа, должна продемонстрировать умение соискателя анализировать актуальные научные проблемы, решать конкретные задачи и дать достаточно полное представление об усвоении соискателем основ изученных дисциплин.

Задание на бакалаврскую работу бакалавра должно быть адаптировано к действующим учебным планам и уровню подготовки студентов на этапах ее выполнения и выдается студенту до начала 8-го семестра.

Решение конкретных задач задания рекомендуется осуществлять в процессе выполнения курсовых работ и проектов 7-го и 8-го семестров.

#### **3.5.2. Требования к структуре и содержанию выпускной квалификационной работы на квалификацию бакалавра**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный Минобрнауки России №715 8 декабря 2009 г., содержит следующие требования к выпускной работе на квалификацию бакалавра.

Выпускная квалификационная работа должна быть представлена в форме рукописи (расчетно-пояснительной записки) и графической части.

Требования к содержанию, объему и структуре выпускной работы определяется высшим учебным заведением на основании Положения о государственной итоговой аттестации выпускников высших учебных заведений.

Время, отводимое на подготовку квалификационной работы, составляет не менее 6 недель.

Выпускник может предложить свою тематику ВКР (учреждения, организации) на имя директора института. Предложенная в этом случае тема рассматривается и утверждается кафедрой.

В период выполнения ВКР студент имеет право пользоваться лабораторным оборудованием и средствами вычислительной техники по направлению кафедры, а также других кафедр и подразделений университета, если тема ВКР выходит за рамки данного направления подготовки, или требует углубленной проработки междисциплинарных вопросов и дополнительного информационного обеспечения. Со студентами проводятся плановые и внеплановые консультации.

Соискатель должен подготовить к заседанию ГЭК пояснительную записку, которая содержит совокупность исходных положений и результатов, выдвигаемых автором для защиты, имеющую внутреннее единство, свидетельствующую о способности автора решать техническую задачу, используя теоретические знания и практические навыки.

Бакалаврская работа является законченной работой, содержащей решение задачи по соответствующему направлению. Она должна также содержать обоснование выбора темы, актуальность поставленной задачи, обзор опубликованной литературы по выбранной теме, обоснование путей решения задачи, изложение полученных результатов, их анализ, выводы, список использованной литературы и оглавление.

Выпускная работа должна показать умение автора кратко, лаконично и аргументированно излагать материал. Ее оформление должно соответствовать правилам оформления научных публикаций.

В соответствии со стандартом выпускная работа должна иметь следующую структуру.

- Титульный лист.
- Аннотация.
- Введение.
- 3-5 глав с изложением основных результатов работы.
- Заключение.
- Список литературы.
- Приложения.

Оглавление.

Титульный лист пояснительной записки к выпускной работе оформляется на специальных бланках, в соответствии с положением о государственной экзаменационной комиссии.

Аннотация, объемом до 0,5 стр., включает в себя краткую информацию о содержании работы. Рекомендуется на этой же странице дать текст аннотации на одном из европейских языков (английском, французском или немецком); иностранным гражданам – на родном. Аннотацию располагают на стр. 2.

Введение. Во введении должна быть отражена актуальность темы определены методы решения поставленной задачи и точно сформулирована цель исследований. Объем введения составляет обычно 2-4 страницы.

Основные результаты работы (от двух до пяти глав). В главах излагаются результаты решения задач и приводятся требуемые математические расчеты, проводится их анализ. Каждая глава должна заканчиваться выводами, где в краткой форме излагаются результаты данного этапа работы и конкретизируются задачи и методических решения в последующих главах.

Содержание результатов работы следующее:

Глава 1. Расчет принципиальной тепловой схемы турбоустановки.

1.1. Поверочный расчет принципиальной тепловой схемы (ПТС) парогазовой установки (ПГУ) на номинальном режиме.

1.1.1. Выбор структуры ПТС (типовая схема или измененная с обоснованием принятых изменений; с химводоочисткой или испарителями). ПТС и ее описание обязательно должна быть в расчетно-пояснительной записке (РПЗ).

1.1.2. Исходные данные для расчета проектного режима (из техдокументации и справочника).

1.1.3. Расчет параметров газотурбинной установки при температуре наружного воздуха.

1.1.4. Расчет параметров процесса расширения пара в проточной части турбины и параметров в регенеративной системе. Процесс расширения пара в  $h$ - $S$  диаграмме обязательно должен быть в расчетно-пояснительной записке (РПЗ).

1.1.5. Расчет расходов пара и конденсата в элементах тепловой схемы.

1.1.6. Расчет мощности ПГУ в проектном режиме.

1.1.7. Расчет тепловой экономичности турбоустановки или энергоблока.

1.2. Выбор основного и вспомогательного оборудования секции ТЭЦ с заданной турбоустановкой или конденсационного блока.

1.2.1. Описание турбины.

1.2.2. Выбор котельного агрегата (КА), его описание.

1.2.3. Выбор регенеративных подогревателей ПВД и ПНД (если они имеются), сетевых подогревателей.

1.2.4. Выбор деаэраторов питательной воды (ДПВ), добавочной воды (ДДВ), подпиточной воды (ДПВ).

1.2.5. Выбор питательных насосов (ПН) с электроприводом и выбор приводной турбины для питательных насосов с турбоприводом.

1.2.6. Выбор конденсатора, конденсатных насосов (КН), циркуляционных насосов (ЦН или НОВ).

Глава 2. Конструктивный расчет компрессора и газовой турбины.

Глава 3. Специальная часть ВКР.

Глава 4. Мероприятия, обеспечивающие снижение вредных стоков или вредных выбросов в атмосферу.

Глава 5. Требования к монтажу или эксплуатации теплоэнергетического оборудования, обеспечивающие безопасность труда.

Заключение. В заключении формулируются главные выводы, показывающие достигнутый уровень решения проблемы. Объем заключения составляет обычно 1—2 страницы.

Список литературы. В список, с указанием библиографических данных, включается литература по усмотрению автора. Если в пояснительной записке сделаны ссылки на научно-техническую информацию, позволяющую принять конкретное решение, включение первоисточника в список является обязательным.

Приложения. В приложения включаются материалы (таблицы, результаты экспериментов, расчетов, схемы, распечатки программ), подтверждающие выводы и рекомендации работы.

### **3.5.3. Оформление пояснительной записки к выпускной квалификационной работе**

Текст бакалаврской работы должен быть отпечатан с использованием текстового редактора «Word». Бакалаврская работа выполняется на листах формата А4 с размерами полей: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, справа – 15 мм, слева – 30 мм. Шрифт TimesNewRoman, 14 пт, через полтора интервала. Изложение текста и оформление работы осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе и ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам.

Заголовки основных разделов и подразделов пишутся без точки в конце. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Разделы, подразделы, пункты и подпункты начинаются с арабских цифр, разделенных точками. Каждый раздел следует начинать с новой страницы. Текст работы должен быть выровнен по ширине.

Нумерация страниц работы выполняется арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки. Нумерация страниц начинается с титульного листа, но номер страницы на титульном листе не проставляют.

Текст бакалаврской работы следует печатать на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Цвет шрифта должен быть черным. Допускается вписывать в текст бакалаврской работы отдельные слова, формулы, условные знаки, соблюдая при этом плотность основного текста.

В тексте работы, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

- применять без числовых значений математические знаки, например: > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Все иллюстрации (фотографии, графики, чертежи, схемы, диаграммы и другие графические материалы) именуется в тексте рисунками. Иллюстрации следует располагать непосредственно после ссылки в тексте, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте работы.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей магистерской диссертации. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой. Например, Рис. 1.1. Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Рис. А3».

Формулы следует нумеровать сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записываются на уровне формулы справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например: в формуле (5).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например: (5.2).

Пояснение символов и числовых коэффициентов, если они не пояснены ранее, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» (без двоеточия).

Например: Статистической характеристикой, используемой при контроле качества продукции, является размах ( $R$ ), определяемый по формуле

$$R = Q_{\max} - Q_{\min}, (2.3)$$

где  $Q_{\max}$  – максимальное значение контролируемого параметра в выборке;

$Q_{\min}$  – минимальное значение контролируемого параметра в выборке.

Значительный по объему цифровой материал, используемый в бакалаврской работе, оформляют в виде таблиц (рисунок 1).

Таблица X

#### Обобщающие показатели эффективности энергосберегающих мероприятий

Показатели	Значение показателя
Среднегодовая прибыль, руб.	15181
Среднегодовой инвестиционный доход, руб.	30113
Индекс доходности проекта	1.5
Внутренняя норма дохода, %	27.95

Рисунок 1 – Пример оформления таблицы

Нумерация таблиц приложений отдельная и состоит из буквы, обозначающей приложение, и цифры – номера таблицы. На все таблицы бакалаврской работы должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Библиографическая ссылка выполняется в тексте работы в виде фамилий авторов и года выхода источника, например, (Константинов, 1979; Козлов, 2007). Библиографический список (список литературы) представляет собой указатель библиографически описанных литературных и других источников, используемых при написании бакалаврской работы, выполненный в алфавитном порядке. В начале списка – список отечественных источников, за ним – список иностранных источников, после которого – патенты и интернет-источники.

Страницы нумеруются от титульного листа и до последнего, цифра 1 на титульном листе не ставится. Нумерация страниц выполняется арабскими цифрами сверху посередине над строкой.

Приложения нумеруются арабскими цифрами (без значка №) и имеют названия. Задание, оформленное на специальном бланке вуза, подшивается последним документом в разделе «Приложения», с конкретными наименованиями содержания.

Ориентировочный объем пояснительной записки составляет в среднем 50 страниц (без приложений).

Пояснительная записка должна быть переплетена или заключена в папку для дипломных работ.

### **3.6. Подготовка к защите выпускной квалификационной работы**

Не позднее, чем за две недели до основной защиты, кафедра «Энергетическое машиностроение» организует предварительную защиту бакалаврской работы, на которой студент докладывает о результатах своей работы, а также принимается решение о допуске студента к защите бакалаврской работы.

Подготовленная к защите бакалаврская работа должна пройти нормоконтроль и проверку на объем заимствований через систему «Антиплагиат». Задача нормоконтроля – проверка соответствия бакалаврской работы нормам и требованиям, установленным действующим ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» и нормативным актам высшей школы.

Выпускная работа на квалификацию бакалавра считается допущенной к защите после получения на титульном листе подписей научного руководителя, заведующего кафедрой и при наличии отзыва научного руководителя.

Расписание защит доводится до сведения студентов за три недели до даты заседания ГЭК.

Полностью оформленную пояснительную записку автор сдает руководителю за 7-9 дней до защиты.

Пояснительная записка должна быть представлены на подпись заведующему кафедрой для допуска к защите не позднее, чем за 2 дня до заседания ГЭК.

В рецензии научного руководителя должна обязательно быть указана оценка работы по пятибалльной шкале.

В случае неудовлетворительного состояния подготовки соискателя к защите руководитель письменно сообщает об этом заведующему кафедрой как минимум за 2 дня до заседания ГЭК.

Объем графического материала, выносимого на защиту, должен составлять не менее 2 - 4 листов (плакатов, чертежей, графиков, схем, формул, таблиц). Чертежи представляются на листах ватмана стандартного формата, они должны соответствовать ГОСТ и могут быть выполнены как вручную, в туши или карандаше, так и с помощью компьютерной графики. Защищающийся имеет также право пользоваться проектором другими техническими средствами. Таблицы и графики могут быть представлены членам ГЭК в виде копий стандартных страниц пояснительной записки.

Обычно в качестве графического материала представляются следующие чертежи:

1. Развернутая тепловая схема секции ТЭЦ с турбоустановкой или энергоблока.
2. Продольный разрез компрессора или газовой турбины.
3. Чертеж специальной части ВКР.

### **3.7. Организация защиты выпускной квалификационной работы**

Защита состоит из следующих этапов:

- Сообщение секретаря комиссии о теме работы, руководителе, рецензенте и авторе работы (Ф.И.О., группа).
- Доклад автора о содержании работы и основных выводов (отводится до 10 минут).



- Вопросы членов ГЭК, присутствующих на защите преподавателей, и ответы на вопросы (отводится до 10 минут).

- Представление отзыва научного руководителя.

Защита работы проводится в присутствии всех желающих. Рекомендуется присутствие на защите научного руководителя.

Решение по докладу и результатам защиты работы члены ГЭК выносят на закрытом заседании с указанием оценки по пятибалльной шкале и принятием рекомендации, если это целесообразно, в магистратуру. В закрытом заседании ГЭК могут, по их просьбе, участвовать научный руководитель и рецензент. В случае равного деления мнений об оценке защиты среди членов ГЭК окончательное решение принимается председателем комиссии.

После окончания закрытого заседания председатель ГЭК сообщает студентам решение комиссии, включая оценки за работу, и зачитывает рекомендации в магистратуру (если таковые имеются).

Экземпляр выпускной работы хранится на выпускающей кафедре в течение пяти лет.

### 3.7. Примеры тем выпускных квалификационных работ и их соответствие задачам профессиональной деятельности (по видам профессиональной деятельности)

Таблица 4

Тема выпускной квалификационной работы	Виды профессиональной деятельности		
	Проектно-конструкторская	Научно-исследовательская	Производственно-технологическая
Разработка верхнего сетевого подогревателя для ПГУ-450	+	+	+
Расчет осевого компрессора для ПГУ-325	+	+	+
Проектирование газовой турбины для замены ПВД у ПТУ ПТ-50/60-130/13 при создании на ее основе ПГУ с ГТЭ-25У	+	+	+
Расчет газовой турбины для ПГУ-170	+	+	+

### 3.8. Критерии оценки выпускной квалификационной работы

Оценка бакалаврской работы по четырехбалльной системе принимается ГЭК на закрытом заседании простым большинством голосов членов ГЭК, участвующих в заседании. При равном числе голосов голос председателя является решающим.

Каждым членом ГЭК бакалаврская работа и результат ее защиты на заседании ГЭК оценивается по показателям, представленным в таблицах 5 и 6.

## Качество и уровень магистерской диссертации

№ показателя	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Актуальность тематики и ее значимость	
2	Оценка методики исследований	
3	Оценка теоретического содержания работы (использованы известные решения, новые теоретические модели и решения)	
4	Использование компьютерных технологий	
5	Разработка мероприятий по реализации работы (набор стандартных мероприятий, углубленная проработка отдельных мероприятий, комплексная система мероприятий)	
6	Качество оформления бакалаврской работы (рукописи: структура, логичность, ясность и стиль изложения материала, оформление списка литературы, наличие стилистических, грамматических и орфографических ошибок и т. д.; чертежей и иллюстративных материалов: ручная графика, компьютерная графика, цветная графика и т.д.)	
	<i>Интегральный балл оценки бакалаврской работы (среднее арифметическое значение)</i>	

## Качество защиты бакалаврской работы

№ показателя	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Качество доклада на заседании ГЭК (логичность, последовательность, обоснованность и др.)	
2	Правильность и аргументированность ответов на вопросы	
3	Эрудиция и знания в области профессиональной деятельности	
4	Свобода владения материалом бакалаврской работы	
	<i>Интегральный балл оценки защиты бакалаврской работы (среднее арифметическое значение)</i>	

Суммарный балл оценки члена ГЭК определяется как среднее арифметическое из двух интегральных баллов: оценки бакалаврской работы и оценки ее защиты.

Суммарный балл оценки ГЭК определяется как среднее арифметическое из баллов оценки членов ГЭК, рецензента и руководителя бакалаврской работы. Указанный балл

округляется до ближайшего целого значения. При значительных расхождениях в баллах между членами ГЭК оценка бакалаврской работы и ее защиты определяется в результате закрытого обсуждения на заседании ГЭК.

При балле 2 – «неудовлетворительно» – требуется переработка бакалаврской работы и повторная защита.

При балле 3 – «удовлетворительно».

При балле 4 – «хорошо».

При балле 5 – «отлично».

После окончания закрытого заседания председатель ГЭК сообщает студентам решение комиссии, включая полученные оценки за проделанную работу.

Результаты защиты работы объявляются в тот же день после оформления протокола заседания ГЭК.

Экземпляр бакалаврской работы хранится в архиве в течение пяти лет.

#### **4. Учебно-методическое и информационное обеспечение государственной итоговой аттестации студентов по ООП**

##### **а) основная литература:**

1. Тепловые электрические станции: учебник / Под ред. В.М. Лавыгина, А.С.Седлова, С.В.Цанева. - М.: МЭИ, 2007. - 454с.
2. Теплофикация и тепловые сети : учебник/ Е.Я.Соколов.- 8-е изд.,стер.-М.:МЭИ, 2006. – 472с.
3. Паровые и газовые турбины для электростанций : учебник для вузов / А.Г. Костюк [и др.]; под ред. А.Г. Костюка. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : МЭИ, 2008. - 556 с.
4. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. - 3-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2009. - 584 с. : ил.
5. Шигапов, А.Б. Стационарные газотурбинные установки тепловых электрических станций: учебное пособие для вузов / А.Б.Шигапов. - 2-е изд., доп. и перераб. - Казань : КГЭУ, 2009. - 416 с.

##### **б) дополнительная литература:**

6. Трухний А. Д., Ломакин, Б. В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки. Учебное пособие для вузов.-М.:МЭИ, 2002.-540с.
7. Бененсон Е.И., Иоффе Л.С. Теплофикационные паровые турбины:М., «Энергия», 1976. -264с.
8. Трухний А.Д., Лосев С.М. Стационарные газовые турбины: М.: Энергоиздат, 1981. - 456с.
9. Теплоэнергетика и теплотехника : в 4-х кн. / под ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стер.Кн. 3. : Тепловые и атомные электрические станции : справочник : справочник. - М. : МЭИ, 2007. - 648 с
10. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник. Рек. Гос. Службой стандартных справочных данных. ГСССД Р-776-98 — М.: Издательство МЭИ., 2003

##### **в) периодические издания (журналы):**

7. Журнал «Теплоэнергетика»
8. Журнал «Промышленная теплоэнергетика»

9. Журнал «Электрические станции»
10. Журнал «Энергетик»
11. Журнал «Вестник МЭИ»
12. Журнал «Известия вузов. Проблемы энергетики»

**г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Электронная библиотека nelbook.ru

[www.autodesk.ru](http://www.autodesk.ru) – официальный сайт AutoCAD

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» и профилю подготовки «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели»

Автор



(подпись)

д.т.н. Мингалеева Г.Р.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ЭМС от 23.06.2017г., протокол №57.

Зав. кафедрой  
ЭМС



(подпись, дата)

д.т.н. Мингалеева Г.Р.

Программа обсуждена и одобрена на заседании методического совета ИТЭ от 27.06.2017г., протокол №04/17 .