



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



Министерство  
Директор института энергетики и автоматизированных систем  
В.Р. Храмшин  
3.03.2021 г.

## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки  
13.03.01 Техноэнергетика и теплотехника

Профиль программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт  
Кафедра

Энергетики и автоматизированных систем  
Теплотехнических и энергетических систем

Магнитогорск  
2021 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе требований ФГОС ВО по направлению 13.03.01 Техноэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ МПиВО РФ от 28.02.2018 г. № 143).

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехнических и энергетических систем

11.02.2021 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой

И.Г. Неплюренко

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и утверждена на заседании методической комиссии института энергетики и автоматизированных систем

3.03.2021 г., протокол № 5.

Председатель

В.П. Храмин

Программа ГИА составлена:

ст. преподаватель кафедры ГиЭС

С.В. Матвеев

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО «ММК», к.т.н.

В.Н. Михайловский

## **Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 – 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от 1 сентября 2021г. № 1  
Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от 19 октября 2022г. № 3  
Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 – 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от 2022г. №  
Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

## 1. Общие положения

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательных программ соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью образовательной программы «Энергообеспечение предприятий» и видам профессиональной деятельности:

- расчетно-проектная и проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- научно-исследовательская.

В соответствии с видами и задачами профессиональной деятельности выпускник на государственной итоговой аттестации должен показать соответствующий уровень освоения следующих компетенций:

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);
- способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде (УК-3);
- способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-4);
- способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах (УК-5);
- способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);
- способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК-7);
- 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 (УК-8);
- способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности (УК-9);
- способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению (УК-10);
- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-2);
- способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3);
- способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах (ОПК-4);
- способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок (ОПК-5);
- способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах

теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-6);

- способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС (ПК-1);

- способен к разработке предложений и выполнению работ по модернизации и реконструкции оборудования тепловых сетей (ПК-2);

- способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний (ПК-3).

На основании решения Ученого совета университета от 28.03.2018 (протокол № 3) итоговые аттестационные испытания по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника включают:

- государственного экзамена;
- защиты выпускной квалификационной работы.

К государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по данной образовательной программе.

## **2. Программа и порядок проведения государственного экзамена**

Согласно учебному плану подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена проводится в период с 02.06.2025 по 14.07.2025 г. Для проведения государственного экзамена составляется расписание экзамена и предэкзаменационных консультаций (консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена).

Государственный экзамен проводится на открытых заседаниях экзаменационной комиссии в специально подготовленных аудиториях, выведенных на время экзамена из расписания. Присутствие на государственном экзамене посторонних лиц допускается только с разрешения председателя ГЭК.

Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время ее проведения запрещается иметь при себе и использовать средства оперативной и мобильной связи.

Государственный экзамен проводится в два этапа:

- на первом этапе проверяется сформированность общекультурных компетенций;
- на втором этапе проверяется сформированность общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с учебным планом.

### ***Подготовка к сдаче и сдача первого этапа государственного экзамена***

Первый этап государственного экзамена проводится в форме компьютерного тестирования. Тест содержит вопросы и задания по проверке общекультурных компетенций соответствующего направления подготовки/ специальности. В заданиях используются следующие типы вопросов:

- выбор одного правильного ответа из заданного списка;
- восстановление соответствия.

Для подготовки к экзамену на образовательном портале за три недели до начала испытаний в блоке «Ваши курсы» становится доступным электронный курс «Демо-версия. Государственный экзамен (тестирование)». Доступ к демо-версии осуществляется по логину и паролю, которые используются обучающимися для организации доступа к информационным ресурсам и сервисам университета.

Первый этап государственного экзамена проводится в компьютерном классе в соответствии с утвержденным расписанием государственных аттестационных испытаний.

Блок заданий первого этапа государственного экзамена включает 13 тестовых вопросов. Продолжительность экзамена составляет 30 минут.

Результаты первого этапа государственного экзамена определяются оценками «зачтено» и «не зачтено» и объявляются сразу после приема экзамена.

Критерии оценки первого этапа государственного экзамена:

– на оценку «зачтено» – обучающийся должен показать, что обладает системой знаний и владеет определенными умениями, которые заключаются в способности к осуществлению комплексного поиска, анализа и интерпретации информации по определенной теме; установлению связей, интеграции, использованию материала из разных разделов и тем для решения поставленной задачи. Результат не менее 50% баллов за задания свидетельствует о достаточном уровне сформированности компетенций;

– на оценку «не зачтено» – обучающийся не обладает необходимой системой знаний и не владеет необходимыми практическими умениями, не способен понимать и интерпретировать освоенную информацию. Результат менее 50% баллов за задания свидетельствует о недостаточном уровне сформированности компетенций.

### ***Подготовка к сдаче и сдача второго этапа государственного экзамена***

Ко второму этапу государственного экзамена допускается обучающийся, получивший оценку «зачтено» на первом этапе.

Второй этап государственного экзамена проводится в письменной форме.

Государственный экзамен включает 4 теоретических вопроса и 1 практическое задание. Продолжительность экзамена составляет 4 часа.

Во время государственного экзамена студент может пользоваться:

- справочными пособиями,
- диаграммами состояния,
- технологическими схемами,
- атласами конструкций.

Результаты государственного экзамена определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в день приема экзамена.

Критерии оценки государственного экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся должен показать высокий уровень сформированности компетенций, т.е. показать способность обобщать и оценивать информацию, полученную на основе исследования нестандартной ситуации; использовать сведения из различных источников; выносить оценки и критические суждения, основанные на прочных знаниях;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся должен показать продвинутый уровень сформированности компетенций, т.е. продемонстрировать глубокие прочные знания и развитые практические умения и навыки, умение сравнивать, оценивать и выбирать методы решения заданий, работать целенаправленно, используя связанные между собой формы представления информации;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся должен показать базовый уровень сформированности компетенций, т.е. показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, профессиональные, интеллектуальные навыки решения стандартных задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся не обладает необходимой системой знаний, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания

на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Обучающийся, успешно сдавший государственный экзамен, допускается к выполнению и защите выпускной квалификационной работе.

## **2.1 Содержание государственного экзамена**

### ***2.1.1 Перечень тем, проверяемых на первом этапе государственного экзамена***

1. Философия, ее место в культуре
2. Исторические типы философии
3. Проблема идеального. Сознание как форма психического отражения
4. Особенности человеческого бытия
5. Общество как развивающаяся система. Культура и цивилизация
6. История в системе гуманитарных наук
7. Цивилизации Древнего мира
8. Эпоха средневековья
9. Новое время XVI-XVIII вв.
10. Модернизация и становление индустриального общества во второй половине XVIII – начале XX вв.
11. Россия и мир в XX – начале XXI в.
12. Новое время и эпоха модернизации
13. Спрос, предложение, рыночное равновесие, эластичность
14. Основы теории производства: издержки производства, выручка, прибыль
15. Основные макроэкономические показатели
16. Макроэкономическая нестабильность: безработица, инфляция
17. Предприятие и фирма. Экономическая природа и целевая функция фирмы
18. Конституционное право
19. Гражданское право
20. Трудовое право
21. Семейное право
22. Уголовное право
23. Я и моё окружение (на иностранном языке)
24. Я и моя учеба (на иностранном языке)
25. Я и мир вокруг меня (на иностранном языке)
26. Я и моя будущая профессия (на иностранном языке)
27. Страна изучаемого языка (на иностранном языке)
28. Формы существования языка
29. Функциональные стили литературного языка
30. Проблема межкультурного взаимодействия
31. Речевое взаимодействие
32. Деловая коммуникация
33. Основные понятия культурологии
34. Христианский тип культуры как взаимодействие конфессий
35. Исламский тип культуры в духовно-историческом контексте взаимодействия
36. Теоретико-методологические основы командообразования и саморазвития
37. Личностные характеристики членов команды
38. Организационно-процессуальные аспекты командной работы

39. Технология создания команды
40. Саморазвитие как условие повышения эффективности личности
41. Диагностика и самодиагностика организма при регулярных занятиях физической культурой и спортом
42. Техническая подготовка и обучение двигательным действиям
43. Методики воспитания физических качеств.
44. Виды спорта
45. Классификация чрезвычайных ситуаций. Система чрезвычайных ситуаций
46. Методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций

**2.1.2 Перечень теоретических вопросов, выносимых на второй этап государственного экзамена**

**Б1.В.18 «Гидрогазодинамика»**

1. Потери напора и давления на местные сопротивления.
2. Струйное движение: свободные, затопленные, ограниченные струи.
3. Понятие о подобии физических процессов. Теоремы подобия, числа (критерии) подобия.
4. Общие физические и механические свойства жидкости и газа.
5. Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики. Давление, напор.
6. Дифференциальное уравнение Эйлера для покоящейся жидкости.
7. Уравнение сплошности (неразрывности) в дифференциальной форме. Уравнение расхода.
8. Дифференциальное уравнение Эйлера для движущейся жидкости.
9. Уравнение Бернулли для идеальной несжимаемой жидкости. Физический смысл пьезометрического, геометрического и скоростного давлений.
10. Режимы движения вязкой жидкости. Критерий Рейнольдса, его физический смысл.
11. Потери на трение при движении вязкой жидкости. Коэффициент гидравлического трения.
12. Истечение жидкости из отверстий и насадок. Коэффициент и степень сжатия струи. Коэффициент скорости и расхода.
13. Движение газов по каналам переменного сечения. Число Маха.
14. Взаимодействие струи с плоскостью: полуограниченные струи, настильность, дальнобойность.
15. Струйные аппараты: принцип действия, области применения.

**Б1.О.24 «Техническая термодинамика»**

1. Термодинамические процессы идеального газа. Изображение процессов идеального газа на диаграммах состояния  $P - v$ ,  $T - s$ . Работа и теплота основных термодинамических процессов.
2. Идеальные газы – законы и уравнение состояния. Газовая постоянная. Теплоемкость газов. Уравнение Майера.
3. Первый закон термодинамики, его содержание и аналитические выражения.
4. Политропный процесс как общий случай термодинамических процессов.
5. Второй закон термодинамики, сущность, формулировки, аналитическое выражение, границы применимости. Энтропия, ее свойства, изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах.
6. Реальные газы. Уравнение состояния.  $P - T$  диаграмма для нормального и аномального вещества. Изображение процессов реального газа (водяного пара) на диаграммах состояния  $P - v$ ,  $T - s$ ,  $h - s$ .

7. Циклы двигателей внутреннего сгорания, их сравнение, анализ, термический КПД.
  8. Процессы сжатия в поршневом компрессоре. Влияние «вредного пространства».
  9. Многоступенчатый компрессор с промежуточным охлаждением сжимаемого газа и его работа. Изображение процессов на диаграммах состояния.
  10. Схема и цикл газотурбинной установки. Повышение эффективности ГТУ.
  11. Истечение газов и паров из различных каналов. Сопло и диффузор. Уравнение профиля канала.
  12. Условия получения сверхзвуковых скоростей истечения. Сопло Лаваля.
  13. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров при дросселировании. Эффект изменения температуры реального газа при дросселировании. Кривая инверсии.
  14. Схема и цикл Ренкина с перегретым паром. Термический КПД цикла.
- Регенеративный цикл паротурбинной установки. Схема реализации регенеративного цикла.

#### **Б1.В.20 «Тепломассообмен»**

1. Особенности излучения газов и паров. Определение степени черноты газов.
2. Теплообмен при кипении жидкости. Кривая кипения. Природа кризисов кипения первого рода.
3. Передача теплоты через цилиндрические стенки.
4. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.
5. Передача теплоты через плоские стенки.
6. Способы интенсификации теплопередачи. Оребрение поверхностей теплопередачи.
7. Графоаналитический метод расчета нагревания (охлаждения) термически массивных тел.
8. Основной закон конвективной тепло - и массоотдачи. Числа подобия, используемые в расчетах конвективного тепло - и массопереноса.
9. Конвективный теплообмен при вынужденном течении жидкости (газа) в трубах.
10. Конвективный теплообмен при вынужденном поперечном обтекании трубных пучков.
11. Теплоотдача при свободной конвекции.
12. Теплообмен при конденсации пара.
13. Теплообмен при кипении жидкости в трубах. Природа кризиса кипения второго рода.
14. Основные законы теплового излучения.
15. Теплообмен излучением в системах тел, разделенных прозрачной средой.

#### **Б1.В.11 «Энергосбережение и вторичные энергоресурсы»**

1. Основные направления совершенствования действующих технологических процессов в металлургии.
2. Пути повышения эффективности использования топлива в высокотемпературных установках. Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях.
3. Интенсивное энергосбережение.
4. Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики.
5. Особенности энергоаудита промышленных предприятий.
6. Энергобалансы предприятий.
7. Энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии.
8. Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях.
9. Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках.

10. Энергоемкость промышленной продукции. Энергоемкость и качество использования в действующей промышленной теплотехнологии. Сравнение расходов топлива и энергоемкости.
11. Диагностика энергоиспользования в промышленных теплотехнологиях. Показатели энергоиспользования.
12. Общая характеристика энергосбережения в промышленности.
13. Основные направления энергосбережения в черной металлургии. Источники и потенциалы энергосбережения в черной металлургии.
14. Метод предельного энергосбережения. Методология интенсивного энергосбережения. Критерии энергетической оптимизации. Энергосберегающая технология, энергосберегающие тепловые схемы и оборудование.
15. Энергопотребление и энергоиспользование в металлургии. Энергоемкость металлургической продукции. Расчеты теплопотребления металлургической продукции. Расчеты энергоиспользования в черной металлургии.

#### **Б1.В.03 «Системы промышленного теплоснабжения»**

1. Водяные системы теплоснабжения: классификация, области применения. Преимущества и недостатки воды как теплоносителя.
2. Паровые системы теплоснабжения: области применения, преимущества и недостатки пара как теплоносителя.
3. Определение расчетных расходов воды в тепловых сетях. Выбор насосного оборудования тепловых сетей.
4. График продолжительности тепловых нагрузок промышленно-отопительных ТЭЦ и котельных, его построение.
5. Сезонные и круглогодичные тепловые нагрузки промышленно-отопительных ТЭЦ и котельных. Определение тепловых нагрузок.
6. Схемы и конфигурации тепловых сетей, их преимущества и недостатки.
7. Схемы присоединения потребителей к паровым и водяным тепловым сетям.
8. Основы гидравлического расчета тепловых сетей.
9. Построение пьезометрического графика водяных тепловых сетей.
10. Гидравлический режим водяных систем теплоснабжения.
11. Гидравлический удар в водяных тепловых сетях.
12. Основы теплового расчета тепловых сетей.
13. Оборудование тепловых сетей: трубы, тепловая изоляция, опоры и подвески, компенсаторы температурных удлинений, арматура.
14. Основные положения по эксплуатации тепловых сетей.
15. Регулирование отпуска теплоты для однородной и разнородной тепловой нагрузки, присоединенной к водяной тепловой сети.

#### **Б1.В.04 «Парогенераторы промышленных предприятий»**

1. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей.
2. Системы золо- и шлакоудаления котлов.
3. Конструкции пароперегревателей паровых котлов.
4. Общая характеристика современных котельных установок, их место и роль на промышленных предприятиях.

5. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидким и твердом топливах.
6. Основные требования, предъявляемые к топочным устройствам котельных агрегатов. Классификация и конструкции топочных устройств.
7. Экономайзеры паровых котлов и их включение в питательные магистрали.
8. Конструктивные схемы воздушных подогревателей паровых котлов.
9. Конструкции паровых котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией.
10. Системы топливоподачи котлов.
11. Эксплуатация котельных установок; организация ремонтов.
12. Теплотехнические испытания котельных установок.
13. Водный режим паровых котлов. Ступенчатое испарение. Непрерывная и периодическая продувка котлов
14. Водогрейные котлы: области применения, конструкции, включение в тепловую схему ТЭЦ или котельной, особенности эксплуатации.
15. Котлы-утилизаторы: области применения, способы включения в технологическую схему, особенности конструкций и эксплуатации.

#### **Б1.В.05 «Тепломассообменное оборудование предприятий»**

1. Конструкции выпарных аппаратов с естественной и принудительной циркуляцией выпариваемого раствора.
2. Процесс сушки в теоретическом сушиле на «Н-д» диаграмме.
3. Классификация и конструктивные особенности контактных тепломассообменных установок.
4. Классификация рекуперативных теплообменников, их конструктивные особенности.
5. Тепловой конструктивный и тепловой поверочный расчеты рекуперативных теплообменников.
6. Тепловые трубы. Классификация, конструктивные особенности.
7. Регенеративные теплообменники периодического и непрерывного действия, их конструктивные особенности.
8. Изображение процессов теплообмена в скруббере на «Н-д» диаграмме.
9. Физико-химические особенности процессов выпаривания. Температурные депрессии.
10. Многоступенчатые выпарные установки.
11. Основные физико-химические свойства бинарных смесей. Бинарные смеси из взаимно растворимых и взаимно нерастворимых компонентов.
12. Дистилляционные установки, их особенности. Процессы разделения бинарных смесей на  $t-x, y$  диаграмме.
13. Ректификационные установки. Процессы массообмена в колпачковой ректификационной колонне.
14. Анализ I и II периодов сушки материалов.
15. Сорбционные процессы. Абсорбенты и адсорбенты.

#### **Б1.В.08 «Технологические энергоносители предприятий»**

1. Промышленные системы газоснабжения. Газовый баланс предприятия.
2. Производство и распределение доменного газа.
3. Основы гидравлического расчета газовых сетей. Определение потерь давления в газовых

сетях высокого и низкого давлений.

4. Природный газ. Добыча газа, транспорт на большие расстояния.
5. Определение потребностей предприятия в энергоносителях.
6. Системы воздухоснабжения предприятий. Классификация потребителей сжатого воздуха. Основы расчета технологических схем компрессорных станций.
7. Системы технического водоснабжения, их классификация, состав оборудования. Определение потребности в воде на технологические нужды. Требования к качеству воды.
8. Режимы потребления газа. Газорегуляторные станции.
9. Производство и распределение коксового газа.
10. Производство и распределение конвертерного газа.
11. Очистка искусственных горючих газов, аккумулирование, использование избыточного давления. Система распределения горючих газов на металлургическом предприятии.
12. Производство кислорода и продуктов разделения воздуха.
13. Системы распределения продуктов разделения воздуха на металлургическом предприятии.
14. Надежность распределительных систем газоснабжения. Критерии надежности.
15. Системы холодаоснабжения. Основные типы оборудования. Технологические схемы холодильных станций.

#### **2.1.3. Перечень практических заданий, выносимых на второй этап государственного экзамена**

##### **Б1.В.18 «Гидрогазодинамика»**

1. ЗАДАЧА. Определить необходимую высоту дымовой трубы, если она должна создавать разрежение 50 мм вод. ст. при средней температуре дымовых газов  $400^{\circ}\text{C}$  и температуре окружающего воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ . Плотность дымовых газов при нормальных условиях принять  $1,27 \text{ кг/ м}^3$ .
2. ЗАДАЧА. Из расходного бака вытекает вода при постоянном уровне. Определить скорость истечения и расход воды через круглое отверстие в стенке диаметром 12 мм. Уровень воды над отверстием составляет 3 м. Потерями пренебречь.
3. ЗАДАЧА. В отопительной системе небольшого дома содержится вода в объеме  $0,5 \text{ м}^3$ . Сколько воды войдет дополнительно в расширительный бак при ее нагревании от температуры  $15^{\circ}\text{C}$  до температуры  $85^{\circ}\text{C}$ ? Температурный коэффициент объемного расширения воды принять  $\beta_t = 0,0006 \text{ К}^{-1}$ .
4. ЗАДАЧА. Вода при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  движется по трубопроводу диаметром 20 мм. Определить режим течения жидкости, если объемный расход составляет  $0,01 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Кинематическая вязкость воды при данной температуре  $1,01 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сек}$ .
5. ЗАДАЧА. Определить потери давления на трение при течении воды по трубопроводу диаметром 60 мм, длиной 150 м. Скорость воды составляет 2 м/сек. Кинематическую вязкость воды принять при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  равной  $1,01 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сек}$ .

## Б1.О.24 «Техническая термодинамика»

1. ЗАДАЧА. 1 кг воздуха при давлении  $P_1 = 0,5$  МПа и температуре  $t_1 = 140$  °С расширяется политропно до давления  $P_2 = 0,1$  МПа. Определить конечные параметры воздуха и полученную работу расширения, если показатель политропы  $n = 1,25$ . Изобразить процесс в PV - диаграмме. Показать графически работу.
2. ЗАДАЧА. Рассчитать молекулярную массу смеси идеальных газов и ее газовую постоянную, если задан следующий объемный состав смеси:  $\text{CO}_2 = 10,2\%$ ,  $\text{O}_2 = 6,8\%$ ,  $\text{N}_2 = 82\%$ ,  $\text{SO}_2 = 1\%$ .
3. ЗАДАЧА. Найти изменение энтропии 3 кг углекислого газа при нагревании его от температуры  $t_1 = 20$  °С до температуры  $t_2 = 220$  °С в изобарном процессе. Изобарная массовая теплоемкость углекислого газа  $C_p = 0,862$  кДж/кг К. Изобразить процесс в PV и TS - диаграммах.
4. ЗАДАЧА. Найти изменение энтропии 2 кг азота при нагревании его от температуры  $t_1 = 10$  °С до температуры  $t_2 = 350$  °С в изохорном процессе. Изобарная массовая теплоемкость азота  $C_p = 1,048$  кДж/кг К. Изобразить процесс в TS - диаграмме.
5. ЗАДАЧА. В баллоне емкостью  $V = 8$  м<sup>3</sup> находится кислород под давлением  $P_1 = 50$  бар, имеющий температуру  $t_1 = 27$  °С. Какое количество кислорода (кг) было израсходовано, если давление газа упало до  $P_2 = 20$  бар, а температура понизилась до  $t_2 = 17$  °С?
6. ЗАДАЧА. 1 кг воздуха совершает цикл Карно в пределах температур  $T_{\text{гор. ист.}} = 673$  К и  $T_{\text{хол. ист.}} = 293$  К, причем наивысшее давление составляет 4,5 МПа, а наименьшее 0,15 МПа. Определить количество подведенной и отведенной теплоты и термический КПД цикла. Изобразить цикл в TS - диаграмме.
7. ЗАДАЧА. В поршневом компрессоре сжимается воздух, имеющий давление  $P_1 = 0,1$  МПа и температуру  $t_1 = 17$  °С. Процесс сжатия адиабатный. Давление в конце сжатия  $P_2 = 0,6$  МПа. Изобарная массовая теплоемкость воздуха  $C_p = 1,021$  кДж/кг К. Определить работу, затраченную на сжатие 1 кг воздуха. Изобразить процесс сжатия в PV - диаграмме.
8. ЗАДАЧА. В поршневом компрессоре сжимается воздух, имеющий давление  $P_1 = 0,1$  МПа и температуру  $t_1 = 17$  °С. Процесс сжатия политропный с показателем политропы  $n = 1,28$ . Давление в конце сжатия  $P_2 = 0,7$  МПа. Определить работу, затраченную на сжатие 1 кг воздуха. Изобразить процесс сжатия в PV - диаграмме.

## Б1.В.20 «Тепломассообмен»

1. ЗАДАЧА: Какую толщину должна иметь изоляция, если ее наложить на плоскую стальную стенку толщиной 20 мм, чтобы тепловые потери уменьшились в два раза. Коэффициент теплопроводности стали  $\lambda_m = 40$  Вт/м К, а материала изоляции  $\lambda_i = 0,125$  Вт/м К, коэффициент теплоотдачи с одной стороны стенки  $\alpha_1 = 500$  Вт/м<sup>2</sup> К, а с другой  $\alpha_2 = 80$  Вт/м<sup>2</sup> К.

2. ЗАДАЧА. Оконный стеклопакет состоит из трех слоев стекла толщиной по 4 мм каждый. Между стеклами находятся слои сухого неподвижного воздуха толщиной 10 мм. Площадь поверхности окна  $3 \text{ м}^2$ . Разность температур на внешних поверхностях стекол  $30^\circ\text{C}$ . Определить потери теплоты через окно, если коэффициенты теплопроводности стекла  $\lambda_{\text{ст}} = 0,74 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ , воздуха  $\lambda_{\text{возд}} = 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ .
3. ЗАДАЧА. Определить плотность теплового потока ( $q, \text{ Вт/м}^2$ ) в процессе теплопередачи от дымовых газов к кипящей пароводяной смеси через стальную стенку толщиной  $\delta = 8 \text{ мм}$ . Температура газов  $t_1 = 1000^\circ\text{C}$ , температура смеси  $t_2 = 200^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке  $\alpha_1 = 40 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ , от стенки к пароводяной смеси  $\alpha_2 = 4000 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ , коэффициент теплопроводности стенки  $\lambda = 40 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Рассчитать также температуры стенки с обеих сторон  $t_{c1}$  и  $t_{c2}$ .
4. ЗАДАЧА. По чугунному трубопроводу диаметром  $d_2 = 50 \text{ мм}$ ,  $d_1 = 44 \text{ мм}$  движется пар с температурой  $315^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе  $\alpha_1 = 120 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Температура окружающего воздуха  $20^\circ\text{C}$ , коэффициент теплоотдачи  $\alpha_2 = 12 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Найти тепловые потери, если трубопровод изолирован слоем пеношамота  $\delta = 50 \text{ мм}$ .  $\lambda_{\text{пеношамота}} = 0,3 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ,  $\lambda_{\text{чугуна}} = 90 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ .
5. ЗАДАЧА. Для уменьшения потерь теплоты от паропровода диаметром  $d_2 = 25 \text{ мм}$  предлагаются изоляционные материалы: асбест  $\lambda = 0,151 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ , стекловата  $\lambda = 0,047 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Какой материал целесообразнее принять в качестве изоляции, если коэффициент теплоотдачи к окружающей среде  $\alpha_2 = 8 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ .
6. ЗАДАЧА. Определить средний коэффициент теплоотдачи в трубе водоподогревателя, если внутренний диаметр трубы  $d = 32 \text{ мм}$ , длина трубы  $l = 2 \text{ м}$ . Средняя скорость воды  $W = 0,5 \text{ м/с}$ , температура воды до и после водоподогревателя  $t_B^1 = 120^\circ\text{C}$ ;  $t_B^2 = 160^\circ\text{C}$ , температура поверхности трубы  $t_c = 180^\circ\text{C}$ .
7. ЗАДАЧА. Вертикальная стенка высотой 2,5 м охлаждается свободным потоком воздуха. Средняя температура поверхности стенки  $t_c = 60^\circ\text{C}$ , температура воздуха  $t_0 = 10^\circ\text{C}$ . Определить коэффициент теплоотдачи, если  $\lambda_{\text{ж}} = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ,  $v_{\text{ж}} = 14,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $Pr_{\text{ж}} = 0,705$ .
8. ЗАДАЧА. Тело, поверхность которого  $F_1 = 0,6 \text{ м}^2$ , степень черноты  $\varepsilon_1 = 0,9$  и средняя температура  $t_1 = 500^\circ\text{C}$ , нагревается в печи, поверхность стен которой имеет температуру  $t_2 = 1400^\circ\text{C}$ ,  $F_2 = 3 \text{ м}^2$ ,  $\varepsilon_2 = 0,8$ . Определить результирующий тепловой поток.
9. ЗАДАЧА. Во сколько раз изменится приведенная поглощательная способность, если между двумя плоскопараллельными поверхностями ( $A_1 = 0,7$ ;  $A_2 = 0,8$ ) поместить один экран, имеющий отражательную способность  $R = 0,5$ .

### Б1.В.03 «Системы промышленного теплоснабжения»

1. ЗАДАЧА. Определить тепловые потери и падение температуры воды для однотрубного изолированного теплопровода дальнего теплоснабжения, проложенного бесканально, по следующим данным:  $d_{\text{н}} / d_{\text{в}} = 920/898 \text{ мм}$ ;  $\ell = 40 \text{ км}$ ;  $G = 1000 \text{ кг/с}$ ;  $t_1 = 180^\circ\text{C}$ ;

температура воздуха  $t_0 = 5^{\circ}\text{C}$ ;  $\delta_{\text{из}} = 80 \text{ мм}$ ;  $\lambda_{\text{из}} = 0,12 \text{ Вт}/\text{м град}$ ;  $h = 1,8 \text{ м}$ ;  $\lambda_{\text{тр}} = 1,8 \text{ Вт}/\text{м град}$ . Для определения толщины фиктивного слоя грунта коэффициент теплоотдачи от поверхности земли к наружному воздуху принять  $\alpha = 18 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{град}$ . Местные тепловые потери учесть коэффициентом  $\beta = 0,2$ .

2. ЗАДАЧА. Рассчитать температуру в конце паропровода с учетом тепловых потерь по длине. Температура пара в начале паропровода  $t_1 = 200^{\circ}\text{C}$ . Расход пара  $G = 32,5 \text{ кг}/\text{с}$ .
3. ЗАДАЧА. Длина паропровода  $L = 1500 \text{ м}$ . Полное термическое сопротивление  $R = 0,85 \text{ м}\cdot\text{К}/\text{Вт}$ . Средняя теплоемкость пара при температуре  $t_1$ :  $C_p = 2400 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ . Температура наружного воздуха  $t_0 = 5^{\circ}\text{C}$ .
4. ЗАДАЧА. Определить удельное линейное падение давления для воды с температурой  $t = 750\text{C}$ , проходящей по трубопроводу  $d = 100 \text{ мм}$  со скоростью  $W = 0,2 \text{ м}/\text{с}$ . Эквивалентная шероховатость трубопровода  $k_e = 0,5 \text{ мм}$ .
5. ЗАДАЧА. Определить тепловые потери и количество выпадающего конденсата для изолированного паропровода насыщенного пара, проложенного на открытом воздухе. Данные для расчета следующие:  $d_h / d_b = 219/207 \text{ мм}$ ;  $\ell = 500 \text{ м}$ ;  $P = 0,6 \text{ мПа}$  (абс.);  $\delta_{\text{из}} = 75 \text{ мм}$ ;  $\lambda_{\text{из}} = 0,12 \text{ Вт}/\text{м град}$ ;  $t_0 = -30^{\circ}\text{C}$ . При расчете принять коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к воздуху  $\alpha = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{град}$ . Местные тепловые потери учесть коэффициентом  $\beta = 0,25$ .

#### Б1.В.05 «Тепломассообменное оборудование предприятий»

1. ЗАДАЧА. Определить площадь поверхности нагрева водо-водяного теплообменника типа «труба в трубе». Греющая вода движется по внутренней стальной трубе и имеет температуру на входе  $t'_{ж1} = 95^{\circ}\text{C}$ . Расход греющей воды  $G_1 = 2100 \text{ кг}/\text{ч}$ . Нагреваемая вода движется противотоком по кольцевому каналу между трубами и нагревается от  $t'_{ж2} = 15^{\circ}\text{C}$  до  $t''_{ж2} = 55^{\circ}\text{C}$ . Расход нагреваемой воды  $G_2 = 3000 \text{ кг}/\text{ч}$ . Коэффициент теплопередачи в теплообменнике принять равным  $k = 1800 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$ . Потерями теплоты через внешнюю поверхность теплообменника пренебречь.
2. ЗАДАЧА. Определить расход греющего пара и поверхность нагрева пароводяного теплообменника, если известны расход нагреваемой воды  $G = 2,6 \text{ кг}/\text{с}$ , давление греющего сухого насыщенного пара  $P = 0,12 \text{ МПа}$ , температура нагреваемой воды на входе в теплообменник  $t'_2 = 5^{\circ}\text{C}$ , температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника  $t''_2 = 55^{\circ}\text{C}$ , коэффициент теплопередачи  $k = 1,2 \text{ кВт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$ . Коэффициент, учитывающий потери теплоты теплообменником в окружающую среду, принять  $\eta = 0,97$ .
3. ЗАДАЧА. В процессе сушки влажного материала из него удаляется  $100 \text{ кг}/\text{ч}$  влаги. Начальное состояние воздуха (до калорифера):  $t_0 = 10^{\circ}\text{C}$ ;  $\phi_0 = 0,7$ , на выходе из сушилки:  $t_2 = 44^{\circ}\text{C}$ ;  $\phi_2 = 0,5$ . Определить расход сухого воздуха и теплоты в теоретическом процессе сушки, а также параметры сушильного агента после калорифера.

4. ЗАДАЧА. В сушилку поступает смесь дымовых газов с параметрами  $t_1 = 1000^\circ\text{C}$  и  $d_1 = 60 \text{ г/кг}$  в количестве 60% и атмосферного воздуха с параметрами  $t_0 = 25^\circ\text{C}$  и  $\phi_0 = 0,6$  в количестве 40%. Температура сушильного агента на выходе из сушилки  $t_2 = 120^\circ\text{C}$ . Определить: - параметры смеси на выходе в сушилку  $d_{\text{см}}$ ,  $t_{\text{см}}$ ,  $H_{\text{см}}$ ; удельный расход сушильного агента; расход теплоты на сушку.

#### **2.1.4. Учебно-методическое обеспечение**

- Семенова, Т. П. Гидrogазодинамика : конспект лекций / Т. П. Семенова, Ю. И. Тартаковский. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. Режим доступа: <https://magtu.informsistema.ru/upload/fileUpload?name=1011.pdf&show=dcatalogues/1/1119223/1011.pdf&view=true> (Логин: Читатель1, Пароль: 111111).
- Соколова, М. С. Механика жидкости и газов : практикум / М. С. Соколова, А. В. Тихонов, М. А. Лемешко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. Режим доступа: <https://magtu.informsistema.ru/upload/fileUpload?name=3404.pdf&show=dcatalogues/1/1139648/3404.pdf&view=true> (Логин: Читатель1, Пароль: 111111).
- Семенов, Ю. П. Основы тепломассообмена [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.П. Семенов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 246 с. Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/945242>
- Данилов О.Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебник для вузов/ Данилов О.Л., Гаряев И.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010952.html>
- Кириллин В.А. Техническая термодинамика : учебник для вузов / Кириллин В.А. - М. :Издательский дом МЭИ, 2019. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011560.html>
- Авдюнин, Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты : учебник / Е.Г. Авдюнин. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 300 с. Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/1053396>
- Ионин А.А., Газоснабжение : Учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" / Ионин А.А., Жила В.А., Артихович В.В., Пшоник М.Г. - М. : Издательство АСВ, 2012. - 472 с. - ISBN 978-5-93093-729-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937299.html> - Режим доступа : по подписке.
- Буров В.Д., Тепловые электрические станции : учебник для вузов / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01420-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014202.html> - Режим доступа : по подписке.

### **3. Порядок подготовки и защиты выпускной квалификационной работы**

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы является одной из форм государственной итоговой аттестации.

При выполнении выпускной квалификационной работы, обучающиеся должны показать свои знания, умения и навыки самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

Обучающий, выполняющий выпускную квалификационную работу должен показать свою способность и умение:

- определять и формулировать проблему исследования с учетом ее актуальности;
- ставить цели исследования и определять задачи, необходимые для их достижения;
- анализировать и обобщать теоретический и эмпирический материал по теме исследования, выявлять противоречия, делать выводы;
- применять теоретические знания при решении практических задач;
- делать заключение по теме исследования, обозначать перспективы дальнейшего изучения исследуемого вопроса;
- оформлять работу в соответствии с установленными требованиями;
- выполнять термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;
- рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки;
- оценивать потенциал энергосбережения на объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению и оценивать их экологическую и экономическую эффективность;
- составлять и рассчитывать тепловые схемы источников теплоснабжения, выбирать их оборудование, режимы работы; использовать вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации теплоты и электроэнергии;
- анализировать материальные и тепловые балансы котельных агрегатов, рассчитывать оптимальные тепловосприятия и надежность движения рабочих веществ в элементах котельных установок; обеспечивать надежную и экономичную работу основного и вспомогательного оборудования, разрабатывать мероприятия по защите окружающей среды;
- рационально выбирать конструкции, выполнять технологические расчеты тепломассообменных установок для определенных процессов, применять методы целесообразной промышленной эксплуатации их, направленные на достижение максимальной производительности при минимальных затратах и высоком качестве готовой продукции.

### **3.1 Подготовительный этап выполнения выпускной квалификационной работы**

#### ***3.1.1 Выбор темы исследования***

Обучающийся самостоятельно выбирает тему из рекомендуемого перечня тем ВКР, представленного в приложении 1. Обучающийся (несколько обучающихся, выполняющих ВКР совместно), по письменному заявлению, имеет право предложить свою тему для выпускной квалификационной работы, в случае ее обоснованности и целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной дея-

тельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности. Утверждение тем ВКР и назначение руководителя утверждается приказом по университету.

### ***3.1.2 Функции научного руководителя***

Для подготовки выпускной квалификационной работы студенту назначается руководитель и, при необходимости, консультанты.

Руководитель ВКР помогает обучающемуся сформулировать объект, предмет исследования, выявить его актуальность, научную новизну, разработать план исследования; в процессе работы проводит систематические консультации.

Подготовка ВКР обучающимся и отчет перед руководителем реализуется согласно календарному графику работы. Календарный график работы обучающегося составляется на весь период выполнения ВКР с указанием очередности выполнения отдельных этапов и сроков отчетности по выполнению работы перед руководителем.

## **3.2 Требования к выпускной квалификационной работе**

При подготовке выпускной квалификационной работы студент руководствуется методическими указаниями:

Агапитов, Е.Б. Методика выполнения выпускной квалификационной работы для направлений 13.03.01 и 13.04.01 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Б. Агапитов, М.С. Соколова, С.В. Картавцев, М.А. Лемешко, С.В. Матвеев: ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). Режим доступа:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3608.pdf&show=dcatalogues/1/1524579/3608.pdf&view=true>

и локальным нормативным актом университета СМК-О-СМГТУ-36-20 Выпускная квалификационная работа: структура, содержание, общие правила выполнения и оформления.

## **3.3 Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

Законченная выпускная квалификационная работа должна пройти процедуру нормоконтроля, включая проверку на объем заимствований, а затем представлена руководителю для оформления письменного отзыва.

Выпускная квалификационная работа, подписанная заведующим кафедрой, имеющая отзыв руководителя работы, допускается к защите и передается в государственную экзаменационную комиссию не позднее, чем за 2 календарных дня до даты защиты, также работа размещается в электронно-библиотечной системе университета.

Объявление о защите выпускных работ вывешивается на кафедре за несколько дней до защиты.

Защита выпускной квалификационной работы проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии и является публичной. Защита одной выпускной работы **не должна превышать 30 минут.**

Для сообщения обучающемуся предоставляется **не более 10 минут**. Сообщение по содержанию ВКР сопровождается необходимыми графическими материалами и/или презентацией с раздаточным материалом для членов ГЭК. В ГЭК могут быть представлены также другие материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполнен-

ной ВКР – печатные статьи с участием выпускника по теме ВКР, документы, указывающие на практическое применение ВКР, макеты, образцы материалов, изделий и т.п.

В своем выступлении студент должен отразить:

- содержание проблемы и актуальность исследования;
- цель и задачи исследования;
- объект и предмет исследования;
- методику своего исследования;
- полученные теоретические и практические результаты исследования;
- выводы и заключение.

В выступлении должны быть четко обозначены результаты, полученные в ходе исследования, отмечена теоретическая и практическая ценность полученных результатов. По окончании выступления выпускнику задаются вопросы по теме его работы. Вопросы могут задавать все присутствующие. Все вопросы протоколируются.

Затем слово предоставляется научному руководителю, который дает характеристику работы. При отсутствии руководителя отзыв зачитывается одним из членов ГЭК.

Затем председатель ГЭК просит присутствующих выступить по существу выпускной квалификационной работы. Выступления членов комиссии и присутствующих на защите (до 2-3 мин. на одного выступающего) в порядке свободной дискуссии и обмена мнениями не являются обязательным элементом процедуры, поэтому, в случае отсутствия желающих выступить, он может быть опущен.

После дискуссии по теме работы студент выступает с заключительным словом. Этика защиты предписывает при этом выразить благодарность руководителю и рецензенту за проделанную работу, а также членам ГЭК и всем присутствующим за внимание.

### **3.4. Критерии оценки выпускной квалификационной работы**

Результаты защиты ВКР определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются **в день защиты**.

Решение об оценке принимается на закрытом заседании ГЭК по окончании процедуры защиты всех работ, намеченных на данное заседание. Для оценки ВКР государственная экзаменационная комиссия руководствуется следующими критериями:

- актуальность темы;
- научно-практическое значением темы;
- качество выполнения работы, включая демонстрационные и презентационные материалы;
- содержательность доклада и ответов на вопросы;
- умение представлять работу на защите, уровень речевой культуры.
- оценка и рекомендации руководителя;
- полнота раскрытия исследуемой темы;
- продуманность методологии и аппарата исследования, соответствие им сделанных автором выводов.

Оценка «отлично» (5 баллов) выставляется за глубокое раскрытие темы, полное выполнение поставленных задач, логично изложенное содержание, качественное оформление работы, соответствующее требованиям локальных актов, высокую содержательность доклада и демонстрационного материала, за развернутые и полные ответы на вопросы членов ГЭК;

Оценка «хорошо» (4 балла) выставляется за полное раскрытие темы, хорошо проработанное содержание без значительных противоречий, в оформлении работы имеются незначи-

тельные отклонения от требований, высокую содержательность доклада и демонстрационного материала, за небольшие неточности при ответах на вопросы членов ГЭК.

Оценка «**удовлетворительно**» (3 балла) выставляется за неполное раскрытие темы, выводов и предложений, носящих общий характер, в оформлении работы имеются незначительные отклонения от требований, отсутствие наглядного представления работы и затруднения при ответах на вопросы членов ГЭК.

Оценка «**неудовлетворительно**» (2 балла) выставляется за частичное раскрытие темы, необоснованные выводы, за значительные отклонения от требований в оформлении и представлении работы, когда обучающийся допускает существенные ошибки при ответе на вопросы членов ГЭК.

Оценка «**неудовлетворительно**» (1 балл) выставляется за необоснованные выводы, за значительные отклонения от требований в оформлении и представлении работы, отсутствие наглядного представления работы, когда обучающийся не может ответить на вопросы членов ГЭК.

Оценки «**отлично**», «**хорошо**», «**удовлетворительно**» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания, что является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

### **Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ**

1. Исследование работы конденсатора паровой турбины применительно к условиям ТЭЦ ОАО «ММК».
2. Исследование процессов генерации электроэнергии и теплоты для прокатного производства стали.
3. Исследование работы паровых турбин с утилизацией тепла на коммунальное теплоснабжение с целью оптимизации.
4. Исследование возможности использования теплоты разливаемой стали в зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок для генерации электроэнергии.
5. Исследование возможности использования теплоты разливаемой стали в зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок для генерации холода.
6. Исследование возможности увеличения вакуума в конденсаторах паровых турбин с применения тепловых насосов.
7. Исследование систем генерации электроэнергии и теплоты для электросталеплавильного производства.
8. Исследование возможности повышения энергоэффективности воздушных турбокомпрессоров.
9. Исследование вариантов утилизации низкопотенциальной теплоты паровых турбин.
10. Исследование эффективности перевода работы насосных станций удаленных теплопотребителей в режим теплового пункта.
11. Исследование работы отопительных котельных с использованием парогазовых установок с целью повышения эффективности.
12. Исследование систем теплоснабжения производственных помещений с использованием нового оборудования с целью повышения эффективности.
13. Разработка схем применения высокотемпературных газопаротурбинных установок на ТЭЦ промышленных предприятий.
14. Расчетно-аналитические исследования топочных устройств и гидравлических схем котельных агрегатов с целью повышения эффективности их работы.
15. Исследование возможностей использования двухконтурных пароводогрейных котлов для перевода работы отопительных котельных в режим мини-ТЭЦ.
16. Исследование альтернативной системы автономного энергообеспечения металлургического завода.
17. Совершенствование работы блочной пылеугольной установки с установкой турбины с промотбором.
18. Исследование возможности использования водоугольных суспензий на основе новых наноматериалов в пылеугольных котлах.
19. Исследование термодинамики циклов тепловых двигателей с повышенным к.п.д. и разработка схемы энергоблока на этой основе.
20. Изучение возможности промышленного использования двигателей на основе цикла Стирлинга для утилизации теплоты низкопотенциального пара.
21. Исследование работы теплообменников с естественным охлаждением для конденсации низкопотенциального пра.

22. Исследование эффективности обогащения воздушного дутья для энергетических котлов, использующих вторичные газы.
23. Исследование эффективности применения мембранных технологий получения обогащенного воздуха для экономии топлива в нагревательных печах.
24. Разработка концепции системы энергообеспечения экополиса на 10 тысяч жителей, удаленного от промзоны.
25. Исследование возможностей использования аккумуляторов теплоты и холода регенеративного типа в системах энергообеспечения металлургического предприятия.
26. Исследование эффективности применения наноструктурированных материалов для повышения энергетической эффективности работы теплотехнических агрегатов.
27. Расчетно-аналитические и экспериментальные исследования топочного устройства и гидравлической схемы котельного агрегата на коксовом газе и обогащенном кислородом воздухе.
28. Исследование эффективности работы устройств охлаждения воды в цикле оборотного водоснабжения ЛПЦ-9 ОАО «ММК».
29. Исследование возможности использования теплоты разливаемой стали в ЗВО МНЛЗ для генерации электроэнергии.
30. Исследование процесса сжигания угля в аэрошлаковом расплаве для теплотехнологии обжига известняка.
31. Исследование процесса сжигания угля в аэрошлаковом расплаве для теплотехнологии производства цементного клинкера.
32. Сравнительный анализ вариантов обработки воды для котлов реагентными и безреагентными методами.
33. Сравнительный анализ методов обессоливания добавочной воды на ТЭС.
34. Сравнение эффективности применения для теплоснабжения крупных ТЭЦ и мини-ТЭЦ.
35. Повышение эффективности утилизации теплоты отходящих дымовых газов с помощью конденсационных теплообменников.
36. Сравнительный анализ схем утилизации вторичных энергоресурсов нагревательных печей.
37. Исследование возможности совместного использования альтернативных источников энергии в системах отопления и горячего водоснабжения.