



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института энергетики и  
автоматизированных систем  
С.И. Лукьянов  
2018 г.

**ПРОГРАММА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки

**13.03.01 Теплоэнергетика 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  
2018 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 01.10.2015 № 1081.

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехнических и энергетических систем «25» сентября 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Е.Б. Агапитов /

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и утверждена на заседании методической комиссии института энергетики и автоматизированных систем «26» сентября 2018 г., протокол № 1.

Председатель \_\_\_\_\_ / С.И. Лукьянов /

Программа ГИА составлена:

ассистент кафедры ТиЭС

\_\_\_\_\_ / С.В. Матвеев /

Рецензент:

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

\_\_\_\_\_ / В.Н. Михайловский /



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

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института энергетики и  
автоматизированных систем  
\_\_\_\_\_С.И. Лукьянов  
\_\_\_\_\_2018 г.

**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки  
**13.03.01 Теплоэнергетика 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  
2018 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе требований ФГОС ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 01.10.2015 г. № 1081.

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

25.09.2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

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

26.09.2018 г., протокол № 1.

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Программа ГИА составлена:

ассистенткафедры Т и ЭС

\_\_\_\_\_ С.В. Матвеев

Рецензент:

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

\_\_\_\_\_ В.Н. Михайловский

## 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:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);
- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);
- способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

- способностью участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам (ПК-3);

- способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4);

- способностью обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины (ПК-7);

- готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования (ПК-8);

- способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве (ПК-9);

- готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов (ПК- 10).

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 30.05.2023 по 14.06.2023 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 соот-

ветствующего 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.

Второй этап государственного экзамена включает 4 теоретических вопроса. Продолжительность экзамена составляет 2,5 часа.

Во время второго этапа государственного экзамена студент может пользоваться:

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

Результаты второго этапа государственного экзамена определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценки второго этапа государственного экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся должен показать высокий уровень сформированности компетенций, т.е. показать не только знания и умения на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и профессиональные, интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения кри-

тических суждений, основанных на прочных знаниях;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся должен показать средний уровень сформированности компетенций, т.е. показать не только знания и умения на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и профессиональные, интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся должен показать базовый уровень сформированности компетенций, т.е. показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся не обладает необходимой системой знаний, допускает существенные ошибки.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.

Результаты государственного экзамена объявляются на следующий рабочий день после проведения экзамена.

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.Б.17 «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.Б.16 «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 Лавалья.
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.Б.19 «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.13 «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях»**

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.05 «Источники и системы 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.06 «Котельные установки и парогенераторы»**

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, жидком 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.07 «Тепломассообменное оборудование предприятий»**

1. Конструкции выпарных аппаратов с естественной и принудительной циркуляцией выпариваемого раствора.
2. Процесс сушки в теоретическом сушиле на «Н-d» 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-d» 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.10 «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 холодоснабжения. Основные типы оборудования. Технологические схемы холодильных станций.

#### **2.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Семенова, Т. П. Гидрогазодинамика : конспект лекций / Т. П. Семенова, Ю. И. Тартаковский. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1011.pdf&show=dcatalogues/1/119223/1011.pdf&view=true> (Логин: Читатель1, Пароль: 111111).
2. 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.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3404.pdf&show=dcatalogues/1/139648/3404.pdf&view=true> (Логин: Читатель1, Пароль: 111111).
3. Семенов, Ю. П. Основы тепломассообмена [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.П. Семенов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 246 с.  
Режим доступа: <https://new.znaniium.com/catalog/product/945242>
4. 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>
5. 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>
  6. 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.znaniium.com/catalog/product/1053396>
  7. Ионин А.А., Газоснабжение : Учебник для студентов вузов по специальности "Теплогасоснабжение 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.
  8. 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 теплообмена, 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 теплообменных 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 деятельности 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 выполненной 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 значение 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, компетентность в проведенном исследовании;

Оценка **«хорошо»** (4 балла) – выставляется за полное раскрытие темы, хорошо проработанное содержание без значительных противоречий, в оформлении работы имеются незначительные 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 возможности совместного использования альтернативных источников энергии в системах отопления и горячего водоснабжения.
2. Исследование возможности использования теплоты разливаемой стали в зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок для генерации электроэнергии.
3. Исследование возможности использования теплоты разливаемой стали в зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок для генерации холода.
4. Исследование возможности увеличения вакуума в конденсаторах паровых турбин с применения тепловых насосов.
5. Исследование процессов генерации электроэнергии и теплоты для прокатного производства стали.
6. Исследование систем генерации электроэнергии и теплоты для электросталеплавильного производства.
7. Исследование возможности повышения энергоэффективности воздушных турбокомпрессоров.
8. Исследование вариантов утилизации низкопотенциальной теплоты паровых турбин.
9. Исследование работы конденсатора паровой турбины применительно к условиям ТЭЦ ОАО «ММК».
10. Исследование эффективности перевода работы насосных станций удаленных теплопотребителей в режим теплового пункта.
11. Исследование работы паровых турбин с утилизацией тепла на коммунальное теплоснабжение с целью оптимизации.
12. Исследование работы отопительных котельных с использованием парогазовых установок с целью повышения эффективности.
13. Исследование систем теплоснабжения производственных помещений с использованием нового оборудования с целью повышения эффективности.
14. Разработка схем применения высокотемпературных газопаротурбинных установок на ТЭЦ промышленных предприятий.
15. Расчетно-аналитические исследования топочных устройств и гидравлических схем котельных агрегатов с целью повышения эффективности их работы.
16. Исследование возможностей использования двухконтурных пароводогрейных котлов для перевода работы отопительных котельных в режим мини-ТЭЦ.
17. Исследование альтернативной системы автономного энергообеспечения металлургического завода.
18. Совершенствование работы блочной пылеугольной установки с установкой турбины с промотбором.
19. Исследование возможности использования водоугольных суспензий на основе новых наноматериалов в пылеугольных котлах.
20. Исследование термодинамики циклов тепловых двигателей с повышенным к.п.д. и разработка схемы энергоблока на этой основе.
21. Изучение возможности промышленного использования двигателей на основе цикла Стирлинга для утилизации теплоты низкопотенциального пара.
22. Исследование работы теплообменников с естественным охлаждением для конденсации низкопотенциального пара.
23. Исследование эффективности обогащения воздушного дутья для энергетических котлов, использующих вторичные газы.
24. Исследование эффективности применения мембранных технологий получения обогащенного воздуха для экономии топлива в нагревательных печах.
25. Разработка концепции системы энергообеспечения экополиса на 10 тысяч жителей, удаленного от промзоны.

26. Исследование возможностей использования аккумуляторов теплоты и холода регенеративного типа в системах энергообеспечения металлургического предприятия.
27. Исследование эффективности применения наноструктурированных материалов для повышения энергетической эффективности работы теплотехнических агрегатов.
28. Расчетно-аналитические и экспериментальные исследования топочного устройства и гидравлической схемы котельного агрегата на коксовом газе и обогащенном кислородом воздухе.
29. Исследование эффективности работы устройств охлаждения воды в цикле оборотного водоснабжения ЛПЦ-9 ОАО «ММК».
30. Исследование возможности использования теплоты разливаемой стали в ЗВО МНЛЗ для генерации электроэнергии.
31. Исследование процесса сжигания угля в аэрошлаковом расплаве для теплотехнологии обжига известняка.
32. Исследование процесса сжигания угля в аэрошлаковом расплаве для теплотехнологии производства цементного клинкера.
33. Сравнительный анализ вариантов обработки воды для котлов реагентными и безреагентными методами.
34. Сравнительный анализ методов обессоливания добавочной воды на ТЭС.
35. Сравнение эффективности применения для теплоснабжения крупных ТЭЦ и мини-ТЭЦ.
36. Повышение эффективности утилизации теплоты отходящих дымовых газов с помощью конденсационных теплообменников.
37. Сравнительный анализ схем утилизации вторичных энергоресурсов нагревательных печей.
- 38.