

**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

В.Р. Храмшин

«04» \_\_\_\_\_ 2022 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

для поступающих в аспирантуру по направлению

**2.4 ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

**Направление подготовки**

Теоретическая и прикладная теплотехника

## **1. Правила проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится по спецдисциплине и позволяет оценить компетенции, необходимые для дальнейшего успешного обучения по направлению 02.04.06 «Энергетика и электротехника» (направленность «Теоретическая и прикладная теплотехника»). Экзамен может проводиться в очном формате (в аудиториях университета) или в дистанционном формате с использованием прокторинга.

Экзамен проводится в письменном виде на русском языке.

Продолжительность вступительного испытания – 180 минут.

Экзаменационный билет содержит 3 вопроса.

## **2. Дисциплины, включенные в программу вступительного испытания**

Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий.

Специальные вопросы высокотемпературных теплотехнологических процессов.

Физические основы генерации электроэнергии и теплоты.

Основы методологии интенсивного энергосбережения.

Низкотемпературные энергетические установки.

Энергетические установки высокой эффективности (ПГУ и ГТУ ТЭС).

Энергообеспечение промышленных теплотехнологических комплексов.

## **3. Содержание учебных дисциплин**

1. Современное состояние и перспективные методы и способы получения и преобразования, тепловой и электрической энергии.

2. Состав и структура современной теплоэнергетики.

3. Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования электрических станций и технологических схем.

4. Проблемы состояния и развития большой энергетики.

5. Проблемы и перспективы развития и совершенствования использования вторичных энергоресурсов и отходов производств в качестве энергетического топлива.

6. Теплоэнергетический комплекс промышленного предприятия. Проблемы энергетического базирования промышленных предприятий.

7. Тепловые электрические станции промышленных предприятий и проблемы когенерации электрической энергии.

8. Системы производства и распределения теплоты. Системы производства и распределения сжатого воздуха и продуктов его разделения. Системы промышленного водоснабжения.

9. Влияние потенциалов окружающей среды на работу теплоэнергетических систем промышленного предприятия.

10. Системы вторичных энергетических ресурсов.

11. Проблемы реконструкции и модернизации электроэнергетического оборудования объектов и сооружений теплоэнергетики.

12. Понятие промышленной теплотехнологии: основные понятия и определения.

13. Теплотехнология черной металлургии.

14. Теплотехнология машиностроения.

15. Теплотехнология производства строительных материалов.

16. Источники энергии и энергоносители для промышленных теплотехнологий.

17. Тепловые схемы процессов и аппаратов промышленных теплотехнологий.

18. Теплотехнические принципы организации тепломассообмена в промышленных теплотехнологиях.

19. Безотходные и малоотходные технологии. Основы разработки энергоэффективных тепловых схем установок, систем и комплексов. Разработка энергосберегающих мероприятий.
20. Методология интенсивного энергосбережения.
21. Классификация криогенных и холодильных установок.
22. Тепловая трансформация: общий принцип охлаждения, классификация тепловых трансформаторов, области использования. Характерные энергетические зоны в низкотемпературной области. Характеристики криоагентов и хладоагентов.
23. Реальный парожидкостный тепловой трансформатор: энергетические характеристики, холодильный коэффициент.
24. Работа абсорбционной установки. Работа парожеткторной холодильной установки. Процесс дросселирования.
25. Идеальные процессы оживления и замораживания газов.
26. Воздух, продукты разделения воздуха. Блочная схема воздуходелительной установки. Использование продуктов разделения воздуха.
27. Бинарные смеси: Законы Рауля, Дальтона и Коновалова для бинарных смесей. Испарение бинарной смеси.
28. Ректификация. Устройство ректификационной колонны. Работа колонны двукратной ректификации воздуха. Производство инертных газов.
29. Современная теория строения вещества. Виды энергетических связей вещества. Молекулярные, атомные, ядерные связи, силы, свободные электроны. Понятие об электрическом токе и способе передачи теплоты в веществе, магнитное поле.
30. Химическая энергия. Разрушение и образование молекулярных связей. Выделение и поглощение энергии. Основные энергетические ресурсы химические реакции энергетики. Основные устройства генерации и использования химической энергии. Топливные элементы.
31. Атомная энергия. Разрушение и образование атомных связей. Выделение и поглощение энергии. Основные энергетические ресурсы атомных реакций энергетики. Основные устройства генерации и использования атомной энергии.
32. Ядерная энергия. Разрушение и образование ядерных связей. Выделение и поглощение энергии. Основные энергетические ресурсы ядерных реакций энергетики. Основные устройства генерации и использования ядерной энергии.
33. Солнечное излучение. Характеристика. Аккумуляирование тепла. Типы аккумуляторов. Солнечные электростанции. Солнечные фотоэлектрические преобразователи, их применение. Тепловая энергия окружающей среды.
34. Термоэлектричество. Термоэлектрические преобразователи. Эффект Пльтье, Зеебека. Применение термоэлектрических преобразователей.
35. Основы магнитной динамики. Принцип получения электрического тока в проводнике. Механические генераторы электрического тока. Магнитогидродинамические преобразователи движения электрических проводников в магнитном поле.
36. Новые и перспективные источники тепловой и электрической энергии.
37. Высокотемпературные процессы и установки. Основные понятия и определения. Роль и место высокотемпературных процессов и установок в современной промышленности.
38. Температурные и тепловые графики технологических процессов.
39. Промышленные источники энергии для высокотемпературных процессов и установок.
40. Построение энергосберегающих тепловых схем высокотемпературных процессов и установок.
41. Применение энергоэффективных теплотехнических принципов организации теплообмена.

42. Выбор и применение эффективных теплоносителей для высокотемпературных процессов и установок.
43. Энергоэффективные ограждения высокотемпературных процессов и установок.
44. Энергетические газотурбинные установки. Тепловые схемы, термодинамические циклы и характеристики газотурбинных установок. Тепловые схемы и показатели ГТУ. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ. Методы расчёта опорных температур цикла ГТУ.
45. Осевые компрессоры энергетических газотурбинных установок. Конструктивная схема осевого компрессора. Расчёт паротурбинной части ПГУ. Многоступенчатые компрессоры. Характеристики многоступенчатых осевых компрессоров. Режимы работы. Расчёт горения топлива и определение мощности ГТУ.
46. Газовые турбины энергетических ГТУ. Конструктивные схемы энергетических ГТУ и начальные параметры газов газовых турбин. Проточная часть и элементы конструкции газовой турбины. Охлаждение газовых турбин.
47. Энерготехнологическое применение ГТУ.
48. Парогазовые установки электростанций. Парогазовые установки с котлом-утилизатором. Тепловые схемы и показатели ПГУ с котлом-утилизатором. Котлы-утилизаторы в тепловой схеме ПГУ.
49. Газотурбинные теплоэлектростанции. Тепловые схемы и показатели экономичности газотурбинных теплоэлектростанций. Энергетические показатели ГТУ-ТЭЦ. Основные положения расчёта тепловой схемы ГТУ-ТЭЦ. Регулирование отпуска теплоты на ГТУ-ТЭЦ.
50. Парогазовая технология на пылеугольных электростанциях. Парогазовые установки с газификацией угля. Парогазовые установки со сжиганием угля в кипящем слое.

#### 4. Литература для подготовки

1. Региональные проблемы теплоэнергетики: учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько, В. К. Гаак [и др.] ; под общей редакцией В. М. Лебедева. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 136 с. - ISBN 978-5-8114-3694-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/122149> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / Б. А. Семенов. - 2-е изд., доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 400 с. - ISBN 978-5-8114-1392-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5107> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Шкаровский, А. Л. Газоснабжение. Использование газового топлива: учебное пособие / А. Л. Шкаровский, Г. П. Комина. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 140 с. - ISBN 978-5-8114-4055-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/130164> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Шкаровский, А. Л. Теплоснабжение: учебник / А. Л. Шкаровский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 392 с. - ISBN 978-5-8114-5222-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/136185> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Лебедев, В. М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности: учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 212 с. - ISBN 978-5-8114-2072-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91071> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Стребков, Д. С. Солнечные электростанции: концентраторы солнечного излучения: учебное пособие для вузов / Д. С. Стребков, Э. В. Тверьянович ; под редакцией Д. С. Стребкова. - 2-е изд., испр. - Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 265 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-08777-2. - Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/453390> (дата обращения: 28.10.2020).

7. Усов, А. В. Основы холодильной техники: учебное пособие / А. В. Усов, И. А. Короткий. - 2-е изд. перераб. и доп. - Кемерово: КемГУ, 2016. - 121 с. - ISBN 978-5-89289-936-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/99565> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика: учебное пособие / Н. М. Цирельман. - 2-е изд., доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-3063-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/107965> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях: учебное пособие / И. В. Кудинов, В. А. Кудинов, А. В. Еремин, С. В. Колесников ; под редакцией Э. М. Карташова. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1837-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/56168> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей: учебное пособие / В.Я. Дзюзер. 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. 384с. ISBN978-5-8114-1949-4. -Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/93750> (дата обращения: 19.10.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Лялюк, В.П. Теоретические основы процессов горения топлива и газодинамики доменной плавки: монография / В.П. Лялюк. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 280 с. - ISBN 978-5-9729-0349-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048775> (дата обращения: 01.10.2020).-Режим доступа: по подписке.

12. Ксенофонтов, Б. С. Водоподготовка и водоотведение: учебное пособие / Б. С. Ксенофонтов. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2020. - 298 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-8199-0679-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1083206> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

13. Лебедев, В.А. Ядерные энергетические установки: учебное пособие / В.А. Лебедев. Санкт-Петербург: Лань, 2015. 192с. ISBN978-5-8114-1868-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. -URL: <https://e.lanbook.com/book/67466> (дата обращения: 19.10.2020).-Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Белкин, А. П. Диагностика теплоэнергетического оборудования: учебное пособие / А. П. Белкин, О. А. Степанов. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-5326-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/139255> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Трубаев, П.А. Термодинамический и эксергетический анализ в теплотехнологии: монография / П.А. Трубаев. Москва: Инфра-Инженерия, 2019. 228с. ISBN978-5-9729-0279-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053412> (дата обращения: 19.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

## 5. Шкала оценивания вступительного испытания (один вопрос)

Балл	Характеристика ответа
5	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ответы на поставленные в билете вопрос излагается логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.</li><li>2. Демонстрируются глубокие знания дисциплины специальности.</li><li>3. Делаются обоснованные выводы.</li><li>4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретенные ранее.</li><li>5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.</li></ol>
4	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ответы на поставленный вопрос в билете излагается систематизировано и последовательно.</li><li>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.</li><li>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</li><li>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов. Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности.</li></ol>
3	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.</li><li>2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности.</li><li>3. Имеются затруднения с выводами.</li><li>4. Определения и понятия даны нечетко.</li><li>5. Навыки исследовательской деятельности представлены слабо</li></ol>
2	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине.</li><li>2. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.</li><li>3. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</li></ol>

## 6. Пример экзаменационного билета

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

**УТВЕРЖДАЮ:**

Председатель приемной комиссии,  
ректор ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова»

\_\_\_\_\_ М.В. Чукин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1.

1. Современное состояние и перспективные методы и способы получения и преобразования тепловой и электрической энергии. Состав и структура современной теплоэнергетики. Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования электрических станций и технологических схем. Проблемы состояния и развития большой энергетики (5 баллов)
2. Методология интенсивного энергосбережения(5 баллов)
3. Циклические и нециклические процессы. Цикл Карно со стационарными процессами. Каскадные и регенеративные тепловые трансформаторы(5 баллов)

**Программу разработал:**

профессор кафедры теплотехнических  
и энергетических систем,  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ С.В. Картавец