

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

Институт энергетики и автоматизированных систем



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Экзамен по спецдисциплине  
по научной специальности

**2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника**

Магнитогорск, 2023

## 1. Правила проведения вступительного испытания

Вступительное испытание проводится в форме экзамена по спецдисциплине / собеседования на русском языке.

Целью вступительного испытания является отбор наиболее подготовленных кандидатов на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, определение способности соискателей освоить выбранную программу, а также выявление подготовленности поступающих к самостоятельной научной и проектной деятельности.

Вступительное испытание включает в себя:

- 1 экзамен по спецдисциплине;
- 2 собеседование по портфолио поступающего.

**Экзамен по спецдисциплине** может проводиться в очном формате (в аудиториях университета) или в дистанционном формате с использованием прокторинга. Поступающий получает билет, содержащий 3 вопроса. Экзаменационная комиссия в ходе устного ответа в праве задавать дополнительные вопросы. Продолжительность вступительного испытания – 60 минут, в которые входит подготовка (составление тезисного ответа) и устный ответ.

Минимальное количество баллов за вступительное испытание 40 баллов, максимальное - 100 баллов.

**Собеседование по портфолио (при наличии портфолио)** осуществляется по представленным документам (приложение А), подтверждающие наличие индивидуальных достижений в научно-исследовательской, инженерно-технической, изобретательской областях, учитываемых при приеме на обучение (приложение Б).

Поступающий однократно в полном объеме не позднее дня завершения приема документов представляет документы, подтверждающие индивидуальные достижения. Перечень и порядок учета индивидуальных достижений, утверждены в Правилах приема организации.

Максимальное количество баллов за индивидуальные достижения – 30 баллов. Баллы поступающих, начисляемые за индивидуальные достижения при приеме на программы аспирантуры, включаются в сумму конкурсных баллов.

Результаты оценки индивидуальных достижений для лиц, поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, размещаются на официальном сайте МГТУ им. Г.И.Носова в разделе абитуриенту/аспирантура/результаты вступительных испытаний, а также в конкурсных списках.

## 2. Дисциплины, включенные в программу вступительного испытания

1. Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий.
2. Специальные вопросы высокотемпературных теплотехнологических процессов.
3. Физические основы генерации электроэнергии и теплоты.
4. Основы методологии интенсивного энергосбережения.
5. Низкотемпературные энергетические установки.
6. Энергетические установки высокой эффективности (ПГУ и ГТУ ТЭС).
7. 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 парожеткционной холодильной установки. Процесс дросселирования.
25. Идеальные процессы ожижения 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 Пельтье, 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 теплоэлектроцентрали. Тепловые схемы и показатели экономичности газотурбинных теплоэлектроцентралей. 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-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 устного ответа

Оценка за вступительное испытание выставляется в диапазоне от 0 до 100 баллов. Минимальное количество баллов успешного прохождения вступительного испытания 40 баллов.

Балл	Характеристика ответа
<b>85-100</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ответы на поставленный в билете вопрос излагается логично, последовательно и не требует дополнительных пояснений.</li><li>2. Демонстрируются глубокие знания дисциплины специальности.</li><li>3. Даются обоснованные выводы.</li><li>4. Ответ самостоятельный, при ответе используются знания, приобретенные ранее.</li><li>5. Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности.</li></ol>
<b>70-84</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ответы на поставленный в билете вопрос излагается систематизировано и последовательно.</li><li>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако, не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.</li><li>3. В основном правильно даны все определения и понятия.</li><li>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.</li><li>5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.</li></ol>

40-69	1. Допущены нарушения в последовательности изложения материала при ответе. 2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины специальности. 3. Имеются затруднения с выводами. 4. Определения и понятия даны нечетко. 5. Навыки исследовательской деятельности представлены слабо.
Менее 40	1. Материал излагается непоследовательно и не представляет системы знаний по дисциплине. 2. Допущены грубые ошибки в определениях и терминах. 3. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.

## 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:**  
 Директор иЭиАС

\_\_\_\_\_ В.Р.Храмшин  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 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.
2. Методология интенсивного энергосбережения.
3. Циклические и нециклические процессы. Цикл Карно со стационарными процессами. Каскадные и регенеративные тепловые трансформаторы.

**Программу разработал:**  
 профессор кафедры теплотехнических  
 и энергетических систем,  
 д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ *Скар* С.В. Картавец

## Приложение А

### Лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего

ФИО поступающего

наименование образовательной программы

	<b>Наименование индивидуального достижения</b>	<b>Документы, подтверждающие получение результатов индивидуальных достижений</b>	<b>Баллы</b>
1	Наличие документа об образовании и о квалификации, удостоверяющего образование соответствующего уровня, с отличием	копия документа об образовании и о квалификации, удостоверяющая образование соответствующего уровня, с отличием	4
	Наличие научных публикаций (тематика публикации должна соответствовать научной специальности аспирантуры, по которой поступающий участвует в конкурсе):		
2	научная статья в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и (или) Web of Science	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. и (или) распечатанная копия страницы официального Интернет-ресурса базы данных, индексирующей работу (например, Scopus.com, e-library.ru), на которой отображены сведения о публикации (авторы, выходные данные, название работы) и об индексирующей ее базе (РИНЦ, Scopus, Wos)	10
3	научная статья в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК		5
4	научная статья в журналах индексируемых в РИНЦ		2
	Наличие охранных документов:		
5	патент на изобретение	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. и (или) копия охранного документа с указанием авторов	5
6	патент на полезную модель		3
7	свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ/базы данных (ФИПС)		2
8	Участие в составе научной группы при выполнении научных проектов, грантов, договоров научно-исследовательских работ	копия документов, подтверждающих указанный статус	
	за каждое достижение		2
9	Участие в международных и всероссийских конференциях и (или) публикации в материалах международных и всероссийских конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, по итогам конференций, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации (докладов, направление секции конференции) должна соответствовать программе аспирантуры, по которой поступающий участвует в конкурсе	копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов и выходными данными сборника (журнала) по материалам конференции и (или) сертификат участника конференции	не более 2 (за каждую конференцию)



10	Наличие дипломов победителей мероприятий международного, всероссийского, регионального значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру	копия диплома	не более 3 (за каждое достижение)
<b>Сумма баллов</b>		<b>не более 30</b>	

Приложение Б  
Сведения об индивидуальных достижениях (образец оформления)

(ФИО)

№	Наименование ИД	Описание ИД	Ссылка на ИД/ скан-копия подтверждающего документа
1	Например, документ об образовании и о квалификации с <b>отличием</b>	Диплом специалиста серия _____ № _____ Дата выдачи _____ Наименование организации, выдавшей документ об образовании _____ Код профессии, специальность, направление подготовки, указанное в документе об образовании _____	Скан-копия документа об образовании и о квалификации
2	Например, научная статья в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и (или) Web of Science	Автор. Статья / Авторы // Журнал. – Год. – Номер. – Страницы размещения статьи.  Например, Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С.340–342.	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. с указанием квартала (при наличии) на момент выхода статьи
3	Патент	Например, Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000. Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедев Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.	Ссылка на патент в сети Интернет (при наличии)
4	Участие в международной конференции	Например, Козлова Е.Н. Управление конкурентоспособностью и качеством продукции в условиях перехода к рынку / Е.Н. Козлова, Н.П. Залесова. – Текст: непосредственный // Биологические и технико-экономические проблемы в сельском хозяйстве: тезисы XXXIII научно-практической конференции, 2-3 апреля 1998 года, Великие Луки. – Великие Луки, 2000. – С. 222-224.	Ссылка на сборник тезисов в сети Интернет (при наличии), или скан-копия сертификата участника (при наличии), или скан-копия страниц с выходными данными сборника конференции
5	Диплом победителя мероприятия международного значения	Например, диплом победителя заключительного этапа Международного инженерного чемпионата по горному делу Год участия - 2023	Ссылка на публикацию на сайтах и (или) скан-копия диплома