

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждения высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: 2.4.6 Теоретическая и прикладная теплотехника

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная

## 1. Общие положения

Прием вступительных испытаний регламентирован Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)».

## 2. Содержание и структура вступительного экзамена

Экзаменационные билеты формируются из перечня вопросов, представленных в программе вступительного испытания.

Каждый экзаменационный билет включает 2 вопроса.

Время выполнения работы – 60 минут.

## 3. Цели вступительных испытаний

Выявление специальных знаний, полученных в процессе получения высшего образования в специалитете и(или) магистратуре, научного потенциала и объективной оценки способности лиц, поступающих в аспирантуру.

## 4. Критерии выставления оценок по результатам выполнения экзаменационных заданий по специальной дисциплине

Максимальное количество баллов за вступительные испытания – 100 баллов

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 50 баллов

<b>КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ</b>	<b>БАЛЛ</b>
Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном ориентировании понятиями, умении выделять существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию.	95-100
Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается чёткая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочёты в определении понятий, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	85-94
Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ чётко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочёты и незначительные ошибки, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	76-84
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный	65-75

вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	50-64
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствует фрагментарность, нелогичность изложения. Не понимает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	49 и ниже

## 5. Список тем специальной дисциплины

### **1. Техническая термодинамика и теплообмен**

Параметры и уравнение состояния. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изо-процессы и их расчет с помощью первого закона термодинамики. Второй закон термодинамики. Энтропия. Реальные газы. Водяной пар. P-V, T-S, H-S диаграммы и таблицы. Их применение в термодинамических расчетах. Влажный воздух. H-D диаграммы. Термодинамический цикл Карно, паросилового цикл Ренкина и методы повышения его КПД. Дросселирование газов и паров.

Дифференциальное уравнение теплопроводности. Основные методы расчета стационарной и нестационарной теплопроводности в задачах промышленной теплоэнергетики. Конвек-тивный тепло- и массоперенос. Основы теории пограничного слоя. Особенности расчета тепло-и массообмена при ламинарном и турбулентном течении жидкости. Теплообмен при внешнем обтекании тел и при течении в трубах. Теплообмен при кипении жидкости в большом объеме и внутри труб. Расчет теплообмена при пленочной и капельной конденсации неподвижного и движущегося пара. Тепло- и массообмен при испарении жидкости в парогазовую среду. Радиационный и сложный теплообмен. Законы излучения абсолютно черного и серого тела. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах. Основные характеристики топлива и показатели процесса его горения. Самовоспламенение и зажигание. Нормальное горение. Методы интенсификации сжигания топлива.

Рекуперативные, регенеративные и смешительные теплообменные аппараты; их тепловой и гидравлический расчет. Сушильные установки и основы их расчета.

### **2. Теплоэнергетические системы предприятий**

Характеристика промышленных энергоносителей. Структура потребления теплоты предприятиями. Методы расчета потребностей в паре и горячей воде. Тепловые сети, их тепловой и гидравлический расчет. Промышленные котельные и их тепловые схемы. Тепловые балансы котельных установок и методы распределения нагрузки между ними. Определение

основных характеристик котельного агрегата по результатам балансовых испытаний. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Теоретическая характеристика нагнетателей и потери в них. Особенности работы насосов в сети. Типы паровых турбин. Работа, мощность и КПД турбинной ступени. Принципиальные схемы паротурбинных установок. Схемы газотурбинных и парогазовых установок. Системы воздухообеспечения, газоснабжения и водоснабжения текстильных предприятий.

### **3. Энергосбережение в теплотехнологиях**

Характеристики различных источников энергии. Влияние энергосбережения на темпы развития экономики. Основные методы энергосбережения в теплотехнологиях и системах теплоснабжения. Энергетический и эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем. Оценка материальных и энергетических потерь, система КПД. Оптимизация балансов в целях повышения эффективности производства, экономии ресурсов, защиты окружающей среды.

#### **б. Совокупность заданий испытания (билетов)**

1. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики. Расчет параметров изо-процессов идеального газа.
2. Энтропия и расчет ее изменения в основных термодинамических процессах.
3. Условие фазового равновесия и фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
4. Реальные газы, уравнение Ван-дер-Ваальса.
5. Водяной пар, расчет его свойств и процессов с помощью диаграммы  $h-s$  и таблиц.
6. Использование  $h-d$  диаграммы для расчета и анализа термодинамических процессов во влажном воздухе.
7. Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля – Томсона.
8. Регенерация теплоты в энергосиловых установках как метод энергосбережения.
9. Сравнительный анализ циклов газотурбинных установок и двигателей внутреннего сгорания.
10. Цикл Карно и его основные характеристики. Термодинамическая шкала температур.
11. Паросиловой цикл Ренкина и методы повышения его КПД.
12. Адиабатные и политропные процессы. Расчет параметров состояния, теплоты и работы в этих процессах.
13. Бинарные теплосиловые циклы и примеры их практической реализации.
14. Процессы сжатия газа в компрессоре и их расчет.
15. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания и их расчет.
16. Теплоемкость рабочего тела в термодинамических процессах. Уравнение Майера.
17. Циклы газотурбинных установок и их расчет.
18. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
19. Теплоотдача при течении жидкости в круглой трубе.
20. Теплоотдача при внешнем обтекании труб и трубных пучков.
21. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
22. Теплопередача через ребренные стенки.
23. Теплопроводность при наличии в теле внутренних источников теплоты.
24. Основы расчета рекуперативных теплообменников. Средний температурный напор.
25. Стационарная теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Критический диаметр тепловой изоляции.
26. Аналитическое описание нестационарного процесса теплопроводности. Охлаждение и нагревание пластины.
27. Регулярный режим охлаждения тел. Темп охлаждения и его связь с теплофизическими свойствами тела.

28. Гидродинамический и тепловой пограничный слой в задачах конвективного теплообмена
29. Основы теории подобия тепловых процессов. Критериальные уравнения для свободной, вынужденной и смешанной конвекции. Физический смысл критериев подобия.
30. Физический механизм теплообмена при кипении жидкости. Расчет теплоотдачи при кипении.
31. Физический механизм теплообмена при конденсации пара. Порядок расчета теплоотдачи при конденсации.
32. Основные законы теплового излучения абсолютно черного тела.
33. Радиационный теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой.
34. Радиационный теплообмен в поглощающих и рассеивающих средах.
35. Назовите важнейшие характеристики топлив, сжигаемых на тепловых электростанциях и в промышленных котельных
36. Назовите основные виды теплоносителей и дайте их сравнительный анализ
37. Изложите технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию на тепловых электростанциях и ТЭЦ
38. В чем суть термодинамического преимущества комбинированной выработки электроэнергии и тепла на ТЭЦ по сравнению с их отдельной выработкой?
39. Изобразите график тепловой нагрузки теплосети в различные периоды года
40. Изложите технологический процесс выработки электроэнергии на АЭС
41. Нарисуйте схему парогазовой установки утилизационного типа и объясните порядок ее работы
42. Назначение тепловых пунктов в системах теплоснабжения. Нарисуйте типовую схему оборудования теплового пункта
43. Приведите примеры теплоиспользующих технологий в текстильной и легкой промышленности
44. Дайте определение энергетического баланса. Как на его основе можно определить эффективность энергоиспользования на предприятиях?
45. Как определяется экономия топлива при комбинированном производстве тепла и электроэнергии на ТЭЦ. Что характеризует коэффициент теплофикации. Как найти его оптимальное значение?

## 7. Рекомендованная литература

### Основная литература

1. В.А. Кирилин, В.В. Сычев, А.Е.Шейндлин, Техническая термодинамика, ИД МЭИ, 2015
2. Мазур Л.С., Техническая термодинамика, Инфра-М, 2015
3. Соколовский Р.И., Шарпар Н. М., Тепловой расчет газотурбинной установки, МГУДТ, 2014
4. Ю.Г.Назмеев, И.А.Конахина, Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий, ИД МЭИ, 2013
5. Клименко А.В., Зорин В.М., Промышленная теплоэнергетика и теплотехника, справочник, кн. 2, 3, 4, ИД МЭИ, 2012
6. В.Е.Фортов, О.С.Попель, Энергетика в современном мире, ИД «Интеллект», 2011
7. Жмакин Л.И., Корнюхин И.П., Тепломассообменные процессы и оборудование в легкой и

- текстильной промышленности, МГУДТ, 2014
8. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, Энергия, 2010
  9. О.Л.Данилов, А.Б.Гаряев, И.В.Яковлев и др., Энергосбережение в теплоэнергетике и теп-лотехнологиях, ИД МЭИ, 2013
  10. Трухний А.Д., Макаров А.А. Клименко В.В. Основы современной энергетики, ч. 1. Современная теплоэнергетика. М.: Изд. МЭИ, 2012.
  11. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. М.: ИД МЭИ, 2011.

### **Дополнительная литература**

1. Основы практической теории горения / В.В. Померанцев и др. Л.: Энергия, 1973
2. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Парогенераторы промышленных предприятий, М.: Энергия, 1977.
3. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). М.: Энергия, 1973.
4. Щегляев А.В. Паровые турбины. М.: Энергия, 1976.
5. Черкасский В.М.: Романова Т.М. Кауль Р.А. Насосы, компрессоры, вентиляторы. М.: Энергия, 1968.
6. Щукин А.А. Промышленные печи и газовое хозяйство заводов. М.: Энергия, 1973.
7. Промышленные тепломассообменные процессы и установки / А.М. Бакластов и др. М.: Энергоатомиздат, 1986.
8. Касилов В.Ф. Справочное пособие по гидрогазодинамике для теплоэнергетиков. М.: Изд. МЭИ, 2000.
9. Машиностроение: Энциклопедия. Т. 1-2 / Под ред. К.С. Колесникова, А.И. Леонтьева, М.: Машиностроение, 1999.
10. Теория тепломассообмена / Под ред. А.И. Леонтьева. М.: Изд-во МГТУ, 1997.
11. Козляков В.В., Соколовский Р.И. Газовые турбины в промышленной энергетике. М.: МГТУ, 2003.
12. Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники. М.: Изд. Машиностроение, 2005.
13. Соколовская Т.С., Соколовский Р.И. Нестационарная теплопроводность плоскостойких сред. М.: Изд. МГТУ, 2007.
14. Корнюхин И.П. Тепломассообмен в теплотехнике текстильного производства. М.: Изд. МГТУ (группа «Совьяж Бево»), 2004.
15. Дзюбенко Б.В., Кузма-Кичта Ю.А., Леонтьев А.И. Интенсификация тепло- и массообмена на макро-, микро- и наномасштабах. М.: Изд. ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2008.
16. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения, Справочник, Книга 1, Книга 2. М.: Изд. «Теплоэнергетик», 2003.

8. Информационно-справочные системы.

### **Информационно-поисковые системы:**

[www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru)

### **Базы данных:**

1. <http://window.edu.ru/window/catalog>
2. [www.lib.mexmat.ru/books/22636](http://www.lib.mexmat.ru/books/22636)
3. <http://ellib.gpntb.ru/>
4. <http://www.msu.ru/libraries/>

### **Электронные ресурсы, доступные в библиотеке РГУ им. А.Н. Косыгина**

1. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. [www.znaniium.com](http://www.znaniium.com) (ЭБС издательства Инфра-М)
3. [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) (ЭБС издательства Лань)
4. <http://dlib.eastview.com> (ЭБС издательства ООО ИВИС)
5. <http://нэб.рф> (национальная электронная библиотека)
6. <http://www.neicon.ru> (национальный электронно-информационный консорциум)
7. <http://onlinelibrary.wiley.com> (база издательства Wiley)