

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФТФ \_\_\_\_\_ Ю.Н. Рыжих  
технический факультет  
«  04  » \_\_\_\_\_ 2022г.



ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине  
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника  
*шифр и наименование научной специальности*

Томск – 2022

## **1. Общие положения**

**1.1.** Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника (далее – Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру НИ ТГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на обучение по PhD программе.

Форма, процедура сдачи вступительного испытания, а также шкала оценивания и критерии оценки ответов экзаменуемого, установленные Программой, не зависят от языка проведения вступительного испытания.

**1.2.** Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

**1.3.** По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

## **2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов**

**2.1.** Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме экзамена (письменно, устно или сочетанием обеих форм) в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

**Структура экзамена:**

Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника обеспечивает получение объективной оценки компетенций по ключевым разделам научной специальности, полученных

поступающим в аспирантуру при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин бакалаврской и магистерской программ, таких как «Термодинамика», «Численные методы», «Гидродинамика жидкости», «Прикладная газодинамика», «Методы измерений в физическом эксперименте», «Процессы теплопередачи в технических устройствах», «Численные методы в задачах тепло и массопереноса» и других.

Экзамен проводится в форме собеседования по вопросам, представленным в п.2.4.

**2.2.** Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме или с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний):

1) очно и дистанционно; 2) только дистанционно; 3) только очно.

Для дистанционной формы проведения экзамена используются платформы Moodle и программы для организации видеоконференций: Zoom , Adobe Connect и другие. Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом экзамена при помощи веб-камеры абитуриента проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнения фото в паспорте и лица сдающего (абитуриент показывает в веб-камеру свой паспорт в развернутом виде рядом со своим лицом).

Видео, транслируемое с веб-камеры участника экзамена, доступно проктору для наблюдения и записывается на сервер для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

**2.3.** Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

## **2.4. Программа экзамена.**

Примерный перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена

### **I. Основные понятия и определения**

Предмет теплофизики и теоретической теплотехники, ее научный аппарат. Теоретические и экспериментальные методы исследования теплофизических процессов. История развития знаний о теплоте. Основные современные направления исследований в теплофизике и теплотехнике.

### **II. Основы теории тепло- и массообмена**

Способы передачи тепла. Поле температур и тепловых потоков. Коэффициент теплоотдачи. Кондуктивный механизм теплоотдачи. Закон Фурье. Уравнение теплопроводности. Основные положения теории размерностей. Критерии подобия. Методы определения теплофизических характеристик вещества

и коэффициента теплоотдачи. Понятие термического сопротивления. Нестационарные процессы теплопроводности. Ламинарное и турбулентное движение. Свободная и вынужденная конвекция. Пограничный слой. Теория Прандтля. Теплообмен при турбулентном течении жидкости в пограничном слое. Теплообмен при фазовых превращениях. Капельная конденсация. Интенсификация конденсации. Кипение однокомпонентной жидкости. Теплообмен при химических превращениях. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Тепловое излучение. Абсолютно черное тело. Закон поглощения излучения. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Подобие процессов теплообмена и массообмена. Теплоотдача при течении газа с большой скоростью. Теплоотдача разреженных газов.

### III. Устройство и работа теплообменных аппаратов

Типы теплообменников. Виды теплообменного оборудования. Кожухотрубные теплообменники с однофазными потоками. Конденсаторы. Испарители. Парогенераторы. Тепловые трубы.

### IV. Гидро- и газодинамика

Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Потенциальное движение. Вязкая жидкость. Уравнения движения вязкой жидкости. Элементарная теория ударных волн. Одномерное движение сжимаемого газа. Уравнения Эйлера. Законы сохранения массы, импульса и энергии.

V. Элементы вычислительных методов. принципы построения разностных схем

Численные методы решения задач тепло и массопереноса. Методы построения разностных схем. Исследование устойчивости разностных схем. Технология разработки комплекса программ. Численный эксперимент в теплофизике.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Предмет теплофизики и теоретической теплотехники, ее научный аппарат.
2. Теоретические и экспериментальные методы исследования теплофизических процессов.
3. История развития знаний о теплоте. Основные современные направления исследований в теплофизике и теплотехнике.
4. Способы передачи тепла. Поле температур и тепловых потоков. Коэффициент теплоотдачи.
5. Кондуктивный механизм теплоотдачи. Закон Фурье. Уравнение теплопроводности.
6. Основные положения теории размерностей. Критерии подобия.

7. Методы определения теплофизических характеристик вещества и коэффициента теплоотдачи. Понятие термического сопротивления.
8. Нестационарные процессы теплопроводности.
9. Ламинарное и турбулентное движение.
10. Свободная и вынужденная конвекция.
11. Пограничный слой. Теория Прандтля.
12. Теплообмен при турбулентном течении жидкости в пограничном слое.
13. Теплообмен при фазовых превращениях.
14. Капельная конденсация. Интенсификация конденсации.
15. Кипение однокомпонентной жидкости.
16. Теплообмен при химических превращениях.
17. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах.
18. Тепловое излучение. Абсолютно черное тело.
19. Закон поглощения излучения.
20. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах.
21. Подобие процессов теплообмена и массообмена.
22. Теплоотдача при течении газа с большой скоростью.
23. Теплоотдача разреженных газов.
24. Устройство и работа теплообменных аппаратов.
25. Типы теплообменников.
26. Виды теплообменного оборудования.
27. Кожухотрубные теплообменники с однофазными потоками.
28. Конденсаторы. Испарители.
29. Парогенераторы. Тепловые трубы.
30. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Потенциальное движение.
31. Вязкая жидкость. Уравнения движения вязкой жидкости.
32. Элементарная теория ударных волн.
33. Одномерное движение сжимаемого газа.
34. Уравнения Эйлера.
35. Законы сохранения массы, импульса и энергии.
36. Численные методы решения задач тепло и массопереноса.
37. Методы построения разностных схем. Исследование устойчивости разностных схем.
38. Технология разработки комплекса программ.
39. Численный эксперимент в теплофизике.

## 2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене:

<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>
до 59 баллов	60 – 75 баллов	76 – 84 баллов	85 – 100 баллов

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена – 60. Поступающий, набравший менее 60 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

### Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

<b>Вид деятельности</b>		
<b>Оценка</b>	<b>Балл</b>	<b>Уровень владения темой</b>
<b>неудовлетворительно</b>	до 59	Выставляется поступающему в аспирантуру, который не верно отвечает на экзаменационные вопросы, не полно отвечает на дополнительные вопросы, не владеет основными понятиями в предметной области
<b>удовлетворительно</b>	60-75	Выставляется поступающему в аспирантуру, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирующему базовые понятия, допустившему неточности в представлении физической модели и методов ее реализации.
<b>хорошо</b>	76-84	Выставляется поступающему в аспирантуру, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, но допускающему не критичные неточности в построении модели и методов ее реализации.
<b>отлично</b>	85-100	Выставляется поступающему в аспирантуру, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике.

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.