

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова»

**ПРОГРАММА
вступительного экзамена по научной специальности
2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника**

г. Улан-Удэ, 2025

1. Аннотация

Программа подготовлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями по научной специальности 2.4.6. «Теоретическая и прикладная теплотехника», предъявляемыми к уровню подготовки, необходимой для освоения программы аспирантуры. Программа аспирантуры по научной специальности 2.4.6. «Теоретическая и прикладная теплотехника» ориентирована на овладение методами научных исследований в области:

- разработки программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовки заданий для проведения исследовательских и научных работ;
- разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

2. Цели и задачи вступительных испытаний

- определить уровень подготовки поступающего и оценить его возможности в освоении выбранного направления подготовки.

3. Форма проведения вступительных экзаменов

Вступительные испытания в аспирантуру проводятся в форме устного экзамена.

Цель вступительного испытания – выявить наличие у соискателей увереных знаний в области электротехники, термодинамики, теплотехники и тепломассообмена.

Соискатель должен знать:

- основные теории и законы термодинамики;
- циклы тепловых двигателей и установок;

- основные характеристики теплообменных аппаратов и тепловых двигателей;
- методы исследования и анализа теплофизических процессов;
- основные законы в области раздела физики «электричество и магнетизм»;
- методы проведения технических расчетов.

Соискатель должен уметь:

- использовать современные информационные технологии, выбирать соответствующие технические решения при решении теплотехнических и электротехнических задач;
- выбрать эффективные конструктивные решения,
- проводить расчеты основных характеристик теплообменных аппаратов на базе современных методик.

4. Оценка результатов вступительных испытаний

Результаты вступительных испытаний оцениваются по стобалльной шкале.

Минимальный балл для зачисления составляет - 60.

Критерии оценки устных ответов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии оценки устных ответов

Баллы	Критерии оценки
85-100	<p>Выставляется если соискатель:</p> <p>а) обнаруживает полное понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, знание законов и теорий, умеет подтвердить их конкретными примерами, применить в новой ситуации и при выполнении практических заданий;</p> <p>б) дает точное определение и толкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения;</p>

Баллы	Критерии оценки
	<p>в) технически грамотно выполняет схемы, графики, сопутствующие ответу, правильно записывает формулы, пользуясь принятой системой условных обозначений;</p> <p>г) при ответе не повторяет дословно текст учебника или пособия, а умеет отобрать главное, обнаруживает самостоятельность и аргументированность суждений;</p> <p>д) умеет делать анализ, обобщения и собственные выводы по данному вопросу.</p>
70-84	<p>Ставится в том случае, если ответ удовлетворяет названным выше требованиям, но соискатель:</p> <p>а) допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи;</p> <p>б) не обладает достаточными навыками работы со справочной литературой.</p>
60-69	<p>Ставится в том случае, если соискатель правильно понимает сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но при ответе:</p> <p>а) обнаруживает отдельные пробелы в знаниях существенных вопросов в области термодинамики, теплотехники, тепломассообмена, электричества и магнетизма;</p> <p>б) испытывает затруднения в применении знаний, необходимых для решения задач различных типов, при объяснении конкретных явлений на основе теории и законов, или в подтверждении конкретных примеров практического применения теории;</p> <p>в) отвечает неполно на вопросы, или воспроизводит содержание текста учебника, но недостаточно понимает отдельные положения,</p>

Баллы	Критерии оценки
	имеющие важное значение в этом тексте.
30-59	Ответ не является логически законченным и обоснованным, поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала.
10-29	В ответе приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него.
1-10	Отсутствует ответ на вопрос или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом.

5. Перечень вопросов для вступительных испытаний

1. Рабочее тело и его основные параметры. Связь между ними.
2. Работа деформационная и техническая. Связь с процессами и состояниями.
3. Теплота. Физическое содержание. Способы определения. Связь с процессами и состояниями. Изображение в диаграммах состояния.
4. Теплоёмкость. Физический смысл.
5. Циклы прямой и обратный.
6. Первый закон термодинамики.
7. Внутренняя Энергия физический смысл и способы определения.
8. Энталпия, физический смысл и способы определения.
9. Закон сохранения энергии. Располагаемая работа.
10. Второй закон термодинамики, его физическое содержание и математическое следствие.
11. Энтропия, физический смысл, способ определения.
12. Понятие об идеальном газе.
13. Уравнение состояния. Газовые постоянные.
14. Смеси газов. Определение термодинамических свойств смесей.
15. Законы Джоуля и Майера.

16. Изохорный и изобарный процессы с идеальным газом.
17. Изотермический процесс с идеальным газом.
18. Адиабатный процесс с идеальным газом.
19. Политропные процессы.
20. Работа и теплота в политропных процессах.
21. Циклы Карно: прямой, обратный, эквивалентный, регенеративный.
22. Сжатие газов и паров. Одноступенчатое сжатие.
23. Многоступенчатое сжатие. Выбор степени повышения давления на ступень.
24. Тепловая нагрузка поверхности и плотность теплового потока.
25. Основное уравнение теплопереноса. Температурный напор и термическое сопротивление.
26. Теплопроводность, схема переноса теплоты теплопроводностью.
27. Коэффициент теплопроводности, связь его с родом тела и параметрами. Теплоизоляторы.
28. Закон Фурье. Температурное поле и его характеристики.
29. Теплопроводность и теплопередача через плоскую стенку. Многослойная стенка.
30. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку. Линейный коэффициент теплопередачи.
31. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
32. Граничные условия. Решение для одномерной плоской стенки.
33. Конвективный теплоперенос и теплоотдача соприкосновением. Формула Ньютона-Рихмана.
34. Коэффициент теплоотдачи и основные факторы, влияющие на его величину.
35. Пограничный слой среды и его влияние на коэффициент теплоотдачи.
36. Элементы теории теплового подобия. Моделирование. Условия подобия при стационарной теплоотдаче.

37. Критерии подобия для стационарной теплоотдачи. Условия однозначности.
38. Критериальное уравнение теплоотдачи.
39. Определение коэффициента теплоотдачи с помощью теории теплового подобия.
40. Теплоотдача при движении среды в трубах и каналах.
41. Теплоотдача при поперечном обтекании труб и в их пучках.
42. Теплоотдача при кипении.
43. Теплоотдача при конденсации.
44. Теплообменные аппараты. Элементы теплового расчёта.
45. Расчётная разность температур. Схемы движения теплоносителей.
46. Интенсификация теплопередачи. Изоляция
47. Тепловое излучение. Схема переноса теплоты. Основные законы излучения. Степень черноты.
48. Лучистый теплообмен между твёрдыми телами. Приведенный коэффициент излучения.
49. Особенности излучения газов и паров.
50. Сложный теплообмен.
51. Электромагнитное взаимодействие. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле.
52. Взаимодействие неподвижных зарядов. Закон Кулона.
Напряженность электростатического поля. Теорема Гаусса.
53. Работа сил электростатического поля при перемещении зарядов.
Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.
54. Потенциал электростатического поля. Связь между напряженностью электростатического поля и потенциалом.
55. Распределение зарядов в проводниках. Электроемкость уединенного проводника.
56. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Диэлектрическая восприимчивость и её зависимость от температуры.

57. Напряженность электростатического поля в диэлектриках. Относительная диэлектрическая проницаемость. Вектор электрической индукции. Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектриках.
58. Пьезоэлектрический эффект. Сегнетоэлектрики.
59. Сила и плотность тока. Сторонние силы в электрической цепи. Однородный и неоднородный участки цепи. Разность потенциалов. Электродвижущая сила.
60. Закон Ома в интегральной форме для однородного участка цепи. Электросопротивление. Электропроводность.
61. Закон Ома в интегральной форме для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи. Правила Кирхгоффа. Закон Джоуля-Ленца в интегральной форме.
62. Электронный газ. Скорость теплового движения электронов. Скорость направленного движения электронов во внешнем электрическом поле. Подвижность электронов.
63. Законы Фарадея. Электропроводность газов.
64. Магнитная индукция и напряженность. Магнитный момент контура с током.
65. Сила Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле по круговой и винтовой траекториям. Эффект Холла. Магнитный поток. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле.
66. Намагничивание вещества. Типы магнетиков.
67. Намагниченность, магнитная восприимчивость, относительная магнитная проницаемость.
68. Диамагнетики и их свойства. Парамагнетики и их свойства.
69. Ферромагнетики и их свойства. Доменная структура ферромагнетиков и механизм их намагничивания. Кривая намагничивания ферромагнетиков. Магнитный гистерезис.

70. Законы Ленца и Фарадея-Максвелла.
71. Явление самоиндукции. Индуктивность. Явление взаимной индукции. Токи замыкания и размыкания электрической цепи.
72. Энергия магнитного поля.
73. Электрический колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в закрытом колебательном контуре без активного сопротивления. Формула Томсона.
74. Затухающие электромагнитные колебания. Зависимость частоты затухающих колебаний от сопротивления.
75. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс токов, напряжений.
76. Переменный ток. Действующее значение тока и напряжения. Закон

6. Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Основы современной энергетики. В 2 тт. Т.1 "Современная теплоэнергетика"; Т.2 "Современная электроэнергетика". 4-е изд., перераб. и доп. под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. Т.1 А.Д. Трухний, М.А. Изюмов, О.А. Поваров, С.П. Малышенко; под ред. А.Д. Трухния. Т.2 под ред. А.П. Бурмана и В.А. Строева. М.: МЭИ, 2008 г.
2. Карминский В.Д. Техническая термодинамика и теплопередача. Курс лекций для ВУЗов ж.д. транспорта. М.: Маршрут. 2005 г.
3. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие для студентов вузов: В 3 т. 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1982. Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 496 с.
4. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики: учеб. Пособие для вузов: В 3 т. - М.:Наука, 1972. Т.1: Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. 340 с.
5. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики: учеб. Пособие для вузов: В 3 т. – М.: Наука, 1972. Т. 2: Электричество и магнетизм. 352 с.

6. Трофимова Т.И. Курс физики: Учебник для студентов вузов. М.: Высш. шк., 1985. 432 с.
7. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 1981. 512 с.
8. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача (учебник) Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Высшая Школа, 1975.
9. Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейндлин А. Е. Техническая термодинамика.-М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
10. Новиков И. И. Термодинамика.- М: Машиностроение, 1984.
11. Лыков А. В. Теория теплопроводности.- М.: Высшая школа, 1967.
12. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача.- М: Энергия, 1981.
13. Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А. Тепломассообмен. М.: Издательство МЭИ, 2001.
14. Зигель Р., Хауэлл Д. Теплообмен излучением. - М.: Мир, 1975.
15. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена. - М.: Атомиздат, 1979.

Дополнительная литература:

1. Джанколи Д. Физика: В 2 т.- М.: Мир, 1989, Т.1, 2.
2. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. – М.: Высш. шк. 1986. 320 с.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – М.: Высш. шк. 1987. 360 с.
4. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. – М.: Высш. шк. 1983. 463 с.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высш. шк. 1990.