

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНО

На заседании Ученого совета
Физико-технического института УУНИТ
Протокол от «02» февраля 2024 г. № 5

И.о. директора _____ / И.Ф. Шарафуллин

УТВЕРЖДЕНО

Директор по образовательной
деятельности



И.А. Макаренко

11 марта 2024 г.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

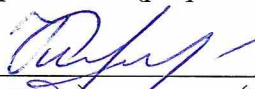
**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника

Отрасль науки:
«Технические науки»

Разработчик (разработчики):

 / д.т.н., профессор, зав. кафедрой ПФ Ковалева Л.А.
(подпись) (ученая степень, ученое звание, должность, фамилия и.о.)

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника утверждена на заседании кафедры прикладной физики. (Протокол от «12» января 2024 г. № 6).

1. Общие положения

1.1. Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.3. Физические науки

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

технические науки

Шифр научной специальности:

1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника

1.2. Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине (далее «специальная дисциплина») по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника разработана в соответствии:

Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 25.01.2024) «О порядке присуждения ученых степеней»;

Приказом Минобрнауки России от 28.03.2014 г. № 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня»;

Приказом Минобрнауки России от 05.08.2021 г. № 712 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства образования и науки Российской Федерации и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в сфере высшего образования и науки и признании утратившими силу приказов Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 апреля 2013 г. № 296 и от 22 июня 2015 г. № 607»;

Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093»;

Паспортом научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника;

Уставом УУНиТ;

Приказом УУНиТ от 07.03.2023 г. № 0527 «О Порядке прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов».

1.3. Программа кандидатского экзамена регламентирует цель, задачи, содержание, организацию кандидатского экзамена, порядок работы экзаменационной комиссии, порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата технических наук, и включает перечень вопросов, выносимых на кандидатский экзамен, рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену, в том числе, перечень литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для подготовки к кандидатскому экзамену.

1.4. Кандидатские экзамены представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата технических наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Цель проведения кандидатского экзамена

Целью проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине является оценка степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и

теоретическая теплотехника и отрасли науки технические науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация:

– проверка сформированности умений в области применения теплофизики и теоретической теплотехники, использования междисциплинарных установок и общенаучных понятий в решении комплексных задач теории и практики в конкретно научной исследовательской деятельности;

– владение основными теоретическими категориями и экспериментальными методами на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач в области изучаемых дисциплин;

– получение практических навыков аргументации в обосновании научного статуса и актуальности конкретной исследовательской задачи, в работе с внеэмпирическими методами оценки выдвигаемых проблем и гипотез.

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

3. Задачи, решаемые в ходе сдачи кандидатского экзамена

В ходе сдачи кандидатского экзамена необходимо оценить:

– способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

– способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области технических наук.

4. Структура и содержание кандидатского экзамена

4.1. Кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника проводится в устной форме по билетам (Приложение № 1). Экзаменационный билет включает в себя два-три теоретических вопроса, в том числе по тематике, близкой к диссертационному исследованию.

Продолжительность устного ответа на экзамене – 20 минут, время на подготовку к ответу на экзаменационный билет – до 30 минут.

4.2. Комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

Решение, принятое комиссией, оформляется протоколом по установленной Университетом форме.

4.3. Университет вправе применять дистанционные образовательные технологии при проведении кандидатского экзамена. Особенности проведения кандидатских экзаменов с применением дистанционных образовательных технологий определяются локальным нормативным актом Университета.

При проведении кандидатского экзамена с применением дистанционных образовательных технологий Университет обеспечивает идентификацию личности аспирантов/прикрепленных лиц и контроль соблюдения требований, установленных локальным нормативным актом.

5. Перечень тем, вынесенных на кандидатский экзамен

Тема 1. Термодинамика и статистическая физика.

Тема 2. Теория неравновесных процессов.

Тема 3. Физика газов и плазмы.

Тема 4. Физика жидкостей.

Тема 5. Фазовые переходы.

Тема 6. Основы теории тепломассопереноса.

6. Перечень документов и материалов, которыми разрешается пользоваться на кандидатском экзамене

Во время проведения кандидатского экзамена аспирантам/прикрепленным лицам, запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

7. Перечень вопросов для проведения кандидатского экзамена:

1. Законы термодинамики. Термодинамические функции. Термодинамические неравенства.
2. Распределение Гиббса. Энтропия. Статистическое обоснование закона возрастания энтропии. Гиббса для систем с переменным числом частиц.
3. Статистическое описание идеального газа. Распределение Больцмана.
4. Квантовая статистика идеального газа. Распределение Бозе.
5. Термодинамика черного излучения. Распределение Ферми.
6. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота реакции. Термическая диссоциация, ионизация, возбуждение.
7. Неидеальные газы. Разложения по степеням плотности. Вириальные коэффициенты.
8. Фазовые переходы первого и второго рода. Термодинамическая теория Ландау фазовых переходов второго рода.
9. Уравнения переноса, основы термодинамики необратимых явлений. Соотношение симметрии кинетических коэффициентов Онсагера.
10. Применения методов неравновесной термодинамики к явлениям в сплошных средах с одновременным протеканием различных процессов: диффузии, теплопроводности, вязкости, химических реакций.
11. Случайные блуждания и броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера-Планка.
12. Релаксационные явления. Основное кинетическое уравнение. Колебательная релаксация. Вращательная релаксация. Кинетика диссоциации и ионизации. Газовые лазеры.
13. Взаимодействие молекул. Источники сведений о межмолекулярных силах. Различные составляющие межмолекулярных сил. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия.
14. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
15. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие.
16. Теплоемкость. Сжимаемость. Эффект Джоуля-Томпсона.
17. Явление переноса в газах. Вязкость. Теплопроводность. Диффузия. Термодиффузия.
18. Пристеночные явления в умеренно разреженном газе. Кинетические явления в сильноразреженном газе (газ Кнудсена).
19. Методы исследования явлений переноса. Методы получения сверхнизких и высоких давлений. Диффузионные методы разделения изотопов.
20. Низкотемпературная плазма. Дебаевский радиус. Ионизационное равновесие. Формула Саха. Кинетика ионизации.
21. Явление переноса в плазме. Излучение плазмы.
22. Строение жидкости. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей.
23. Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость.
24. Статистическая теория жидкостей. Методы интегральных уравнений. Модельные теории. Компьютерное моделирование. Явление переноса и релаксации в жидкости..
25. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение, смачивание. Осмотическое давление.
26. Экзотические жидкости, жидкие кристаллы, жидкие металлы. Квантовые жидкости. Сверхтекучесть гелия.

27. Диаграммы состояния. Условия равновесия фаз. Закон Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки. Соотношения между критическими показателями. Методы термостатирования и получения низких температур.
28. Кипение. Кризис кипения. Методы расчета.
29. Метастабильные состояния. Перегрев, переохлаждение. Давление насыщенных паров над раствором.
30. Плавление, кристаллизация. Возгонка и сублимация.
31. Правило фаз Гиббса. Равновесие в гомогенных многокомпонентных системах. Закон действующих масс.
32. Перенос массы – уравнение непрерывности с источниками и стоками. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера. Вихревое движение.
33. Потенциальное движение. Уравнение Бернулли. Вязкая жидкость. Тензор вязких напряжений. Уравнение Навье-Стокса. Диссипация кинетической энергии в вязкой жидкости.
34. Уравнение Рейнольдса для турбулентного движения. Теория турбулентности Прандтля.
35. Движение жидкости в пограничном слое. Уравнение Прандтля. Интегральное уравнение Кармана. Отрыв и турбулизация пограничного слоя. Кризис сопротивления.
36. Тепловой поток. Уравнение теплопроводности, краевые задачи.
37. Стационарная теплопроводность, решение задачи для простейших тел. Объемные и поверхностные источники тепла.
38. Нестационарная теплопроводность. Простейшие задачи для бесконечных и конечных областей.
39. Основные аналитические методы решения уравнения теплопроводности: метод Фурье, метод интегральных преобразований Лапласа, метод функций Грина.
40. Нелинейная теплопроводность. Автомодельные решения. Тепловые волны.
41. Критерии подобия, критериальные уравнения теплообмена.
42. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.
43. Теплообмен в ламинарном пограничном слое.
44. Теплообмен при испарении, конденсации и кипении, пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.
45. Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей. Режимы кипения. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом кипении. Кризис кипения. Механизмы теплообмена при пленочном кипении.
46. Теплопередача при ламинарном и турбулентном движении паровой пленки
47. Основные законы теплового излучения. Формула Планка.
48. Закон Стефана Больцмана. Закон Кирхгофа.
49. Лучистый теплообмен между телами. Угловые коэффициенты излучения.
50. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Особенности излучения газов и паров. Критерий радиационного подобия.

8. Порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук

8.1. Оценка уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

8.2. При оценке знаний и уровня подготовки соискателя ученой степени кандидата наук, определяется:

- уровень освоения материала, предусмотренного программой кандидатского экзамена;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

8.3. Общими критериями, определяющими оценку уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук, являются:

– для оценки «отлично»: наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

– для оценки «хорошо»: наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

– для оценки «удовлетворительно»: наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

– для оценки «неудовлетворительно»: наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

9. Методические указания по подготовке к сдаче кандидатского экзамена

При подготовке к кандидатскому экзамену рекомендуется:

Внимательно прочесть источники в списке рекомендуемой литературы и проанализировать информацию.

Сделать выписки (конспект) необходимой информации в соответствии с темами и экзаменационными вопросами.

Систематизировать и классифицировать полученные данные по тематическим разделам и экзаменационным вопросам.

Составить рабочие записи – ключевые опорные пункты в соответствии с логикой ответа на экзаменационные вопросы.

Подобрать необходимую иллюстративную информацию по содержанию ответа на экзаменационные вопросы.

В ходе подготовки к выполнению практического задания обучающийся анализирует результаты диссертационного исследования.

10. Перечень рекомендуемой литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: учебное пособие. В 10 т. Т. 5. Статистическая физика, Ч. 1 <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83401>

2. Ландау, Л.Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика. Т.6. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. –М.: Наука.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83193&razdel=10555>

3. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. - М. ; Л. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 678 с. : ил. - ISBN 978-5-4475-1896-7 ;[Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256639> .

Дополнительная литература:

4. Квасников, И.А. Теория равновесных систем. Термодинамика. Т.1., Статистическая физика, Т. 2. / И.А. Квасников.–М: Изд-во УРСС, 2002. Математическая теория горения и взрыва. / Я.Б. Зельдович [и др.]. –М.: Наука, 1980 –478 с.

5. Румер, Ю.Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. / Ю.Б. Румер, М.Ш. Рывкин. –Новосибирск, Изд-во Новосибирского ун-та, 2000.

6. Исихара, А.. Статистическая физика. / А. Исихара. –М:Мир, 1973.

7. Силин, В.П.. Введение в кинетическую теорию газов. / В.П. Силин –М:Изд-во ФИ им. Лебедева, 1998.

8. Гиршвельдер, Дж. Молекулярная теория газов и жидкостей. / Дж. Гиршвельдер,

9. Ч. Кертисс, Р. Берд, Л. –М:Мир, 1961.

10. Ступоченко, Е. Релаксационные процессы в ударных волнах. / С.А. Лосев, А.И.

Осипов.

—М.: Наука, 1965.

11. Б.Ф. Гордиев, А.И. Осипов, Л.А. Шелепин. Кинетические процессы в газах и молекулярные лазеры. М.: Наука, 1980.

12. Физика простых жидкостей. Сборник, Мир, М., 1971

13. Стенли, Г.. Фазовые переходы и кинетические явления. / Г. Стенли. —М.: Мир, 1973.

14. Райзер, Ю.П. Физика газового разряда. / Ю.П. Райзер. —М.: Наука, 1992

15. Семенов, Н.Н. Избранные труды: В 4 т. / Н.Н. Семенов; отв. ред. А.Е. Шилов; Ин-т хим. физики им. Н.Н. Семенова. —М.: Наука, 2004, Т. 1. Кн. 1: Цепные реакции. —2004. -392 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

Доступ к тексту электронного издания возможен через Научную-электронную библиотеку eLibrary.ru. — ISBN: 0044-4669— http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7791. Реферативные базы данных научного цитирования SCOPUS (<http://www.scopus.com>), WEB OF SCIENCE (<http://webofknowledge.com>),

1. www.gpntb.ru/— Государственная публичная научно-техническая библиотека.

2. www.nlr.ru/ — Российская национальная библиотека.

3. www.nns.ru/ — Национальная электронная библиотека.

4. www.rsl.ru/— Российская государственная библиотека.

5. www.microinform.ru/ — Учебный центр компьютерных технологий

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

Направление подготовки 1.3.14. «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

БИЛЕТ № 1

1. Законы Термодинамики, Термодинамические функции.
2. Дросселирование, эффект Джоуля Томпсона.
3. Процессы истечения газов через сопло.
4. Вопрос по теме диссертации.

И.о. директора Физико-технического
института



И.Ф. Шарафуллин