



МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный педагогический
университет им. Л.Н. Толстого»

УТВЕРЖДЕНА
на заседании Ученого совета
университета
протокол № 4 от 31.03.2022 г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Научная специальность:

1.3.8. Физика конденсированного состояния

Тула – 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПОСТУПАЮЩЕМУ
В АСПИРАНТУРУ
5. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ
6. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ АСПИРАНТОВ ЛИТЕРАТУРОЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного экзамена в аспирантуру разработана для соискателей, поступающих на очную и заочную формы обучения.

Программа вступительного экзамена базируется на интеграционных знаниях (бакалавров, магистров, специалистов), сформированных в процессе получения высшего профессионального образования, по следующим дисциплинам: физика, химия, материаловедение, физика металлов и сплавов, дающим понимание основ физики твердого тела и физико-механических свойств с учетом их структуры, симметрии и электронного строения.

Цель вступительного экзамена – определение уровня подготовленности поступающего в аспирантуру и его возможности освоить программу послевузовского профессионального образования.

Задачи:

1. Диагностировать уровень сформированности базовых знаний, формирующих общефизическую и общетехническую подготовку поступающих.
2. Активизировать самоподготовку соискателя к экзамену, а также углубить теоретические представления в области физики конденсированного состояния вещества, являющиеся основной профильной дисциплиной, без освоения которой невозможна постановка и проведение научных исследований.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Материалы и свойства.

Материалы в технике. Внутреннее строение материалов. Свойство материалов. Энергия материалов.

2. Структура и энергия атомов.

Свободные атомы. Электронная структура атомов. Ионы. Возбуждение электронов. Газы.

3. Атомные связи и координационные числа.

Межатомные притяжения. Ионные связи. Ковалентные связи (гомеополярные). Металлические связи. Промежуточные первичные связи. Вторичные (вандерваальсовские) связи. Многоатомные ячейки. Конденсированные фазы. Поверхностная энергия.

4. Кристаллические фазы.

Фазы. Кристаллические твердые тела. Элементарные кристаллы. Ионные кристаллы. Молекулярные кристаллы. Полиморфизм.

5. Геометрия кристаллов.

Кристаллические системы. Решетка Браве. Направления решетки. Плоскости решетки. Дифракция. Дифракционные картины. Анизотропия и свойства.

6. Нарушения структуры.

Несовершенство в кристаллах. Нарушение структуры, вызванные тепловым движением атомов. Тепловое расширение. Плавление. Точечные дефекты. Дислокации

(линейные дефекты). Границы (двухмерные дефекты). Микроструктура однофазных материалов. Особые границы. Аморфные твердые тела. Температура стеклования (фиктивная).

7. Движение атомов.

Самодиффузия. Коэффициенты диффузии. Концентрационные кривые диффузии. Диффузия в соединениях. Диффузия в полимерах. Рост зерна.

8. Упругие поведения твердых тел.

Упругая деформация. Упругие волны. Факторы, влияющие на модуль упругости. Неупругость. Термоупругость. Неупругие потери энергии (затухание).

9. Пластическая деформация.

Остаточная деформация в кристаллах. Пластическое скольжение в кристаллах чистых металлов. Пластическое скольжение в соединениях. Деформация двойникованием. Деформационное упрочнение. Отжиг, возврат и рекристаллизация. Упрочнение легированием. Пластическая деформация поликристаллических материалов.

10. Вязкоупругая деформация.

Вязкое течение. Вязкость и структура. Модели деформации материалов. Вязкоупругость. Вязкоупругое поведение полимеров. Релаксация напряжений. Термопластичные и термореактивные смолы.

11. Фазовые равновесия.

Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы. Нонвариантные реакции в бинарных системах. Разделение фаз (образование выделений). Диаграмма состояния системы Fe-C. Многокомпонентные системы.

12. Процессы упрочнения материалов.

Упрочнение материалов. Легирование с образованием твердого раствора. Механическое деформирование. Создание дисперсных выделений. Превращения в твердом состоянии.

13. Механическое разрушение.

Разрушение твердых тел. Хрупкое разрушение. Упрочнение хрупких материалов. Пластическое разрушение. Переход от пластического разрушения к хрупкому. Усталостное повреждение. Ползучесть и длительная прочность.

14. Стабильность материалов в рабочих условиях.

Влияние рабочих условий на свойства материалов. Термическое повреждение. Радиационное повреждение. Окисление. Коррозия. Скорость коррозии. Защита от коррозии.

15. Система материалов.

Композиционные материалы. Напряжения в системах материалов. Связи в композиционных материалах. Сложные материалы.

16. Коррозионное растрескивание сталей.

Виды коррозионного растрескивания. Методы и оборудование, используемые при определении коррозионного растрескивания металлов и сплавов. Факторы, влияющие на стойкость материалов против коррозионного растрескивания.

17. Водородное охрупчивание сталей.

Виды водородного растрескивания. Методы и оборудование, используемые при определении водородного растрескивания металлов и сплавов. Факторы, влияющие на стойкость материалов против водородного растрескивания.

18. Длительная прочность и долговечность сталей.

Понятие длительной прочности и долговечности стали. Методы оборудования и приборы, используемые при постановке экспериментов по определению длительной прочности. Виды разрушения и характеристики, определяемые при испытании образцов на долговечность. Хрупкое разрушение образцов испытываемых в агрессивных средах.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ

На вступительных испытаниях в аспирантуру необходимо добиваться от соискателей более глубокого ответа, чем на итоговых экзаменах в вузе. Особое внимание следует уделить анализу современных проблем материаловедения с точки зрения достижений отечественной и зарубежной науки и техники.

При рассмотрении всех вопросов необходимо подавать материал с опорой на различные точки зрения тех или иных проблем в материаловедение.

Целесообразно выявлять степень осознания будущим аспирантом взаимосвязи освещаемых теоретических разделов и тем с практикой, междисциплинарного характера рассматриваемых вопросов.

Соискателю необходимо владеть информацией о разных направлениях и научных подходах к трактовке основных понятий в соответствии с билетом. На консультации преподаватель должен вкратце ознакомить соискателей с этими вопросами и порекомендовать им соответствующую литературу.

Соискателям целесообразно предложить статьи или разделы из монографий ведущих ученых для подробного изучения.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПОСТУПАЮЩЕМУ В АСПИРАНТУРУ

Экзамен предполагает серьезное изучение вопросов теории и практики в области современного материаловедения.

Необходимо при подготовке к вступительному экзамену в аспирантуру соискателям ознакомиться с наиболее важными трудами российских и зарубежных ученых по основным разделам материаловедения.

Вступительный экзамен в целом носит интегративный характер: в нем совмещаются вопросы, касающиеся рассмотрения физических процессов и явлений, как с теоретических позиций, так и в прикладном плане.

Билет на вступительном экзамене в аспирантуру состоит из двух теоретических вопросов. Практическое задание не предусмотрено. Однако при ответе целесообразно придерживаться следующих моментов:

- 1) теоретические положения подкреплять практическими выкладками и примерами;
- 2) при объяснении тех или иных теорий делать акцент на истории развития этого вопроса в отечественной и зарубежной практике;
- 3) сопоставлять точки зрения на исследуемые процессы материаловедения ученых разных научных школ и направлений;
- 4) использовать материалы реферата, подготовленного поступающим в аспирантуру, а также материалы защищенной им ВКР, с элементами полученных экспериментальных исследований;
- 5) использовать в качестве справочных материалов данные словарей, энциклопедий и справочников по материаловедению и физики металлов.

5. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Поступающему в аспирантуру необходимо:

- 1) четко представлять структуру программы, как разветвленной области научного знания (разделы, темы, отдельные вопросы), и обладать системой знаний по всем ее составляющим;
- 2) быть знакомым с подходами отечественных и зарубежных ученых к решению актуальных узловых проблем современного материаловедения;
- 3) знать научные определения и уметь интерпретировать все научные термины разделов, приведенные в программе;
- 4) проводить сопоставительный анализ точек зрения, касающихся рассматриваемых процессов, представленных в разных научных направлениях и школах.

Общее количество баллов за вступительное испытание складывается из суммы баллов, полученной на экзамене (максимально - 60 баллов), и баллов за индивидуальные достижения (максимально – 40 баллов).

На экзамене по специальной дисциплине поступающий в аспирантуру должен набрать не менее 40 баллов.

Критерии оценки ответа на вступительном экзамене в аспирантуру:

55-60 баллов. Поступающий в аспирантуру полно и правильно отвечает на вопросы экзаменационного билета, демонстрирует прочное владение понятийным аппаратом, осмысленное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, глубокое знание актуальных теоретических проблем и программного материала по дисциплине, связанной с научной специальностью. При ответе на вопрос опирается на знание основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой, может проанализировать и оценить различные научные позиции по концептуальным проблемам специальности, логично, аргументированно и осознанно высказывая собственную точку зрения. Умеет вести беседу, выстраивать диалог, полемику при отстаивании своей позиции.

46-54 баллов. Поступающий в аспирантуру демонстрирует понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, системные знания программного материала по дисциплине, соответствующей научной специальности. Теоретический материал излагается грамотно с привлечением опыта практической деятельности. В то же время при ответе на вопрос экзаменационного билета допускаются незначительные ошибки, неточности, погрешности, ответы на дополнительные вопросы отличаются недостаточной развернутостью. Поступающий умеет вести беседу, выстраивать диалог по актуальным проблемам в рамках научной специальности, при этом не всегда полно и аргументированно поясняет собственную позицию.

40 - 45 баллов. Поступающий в аспирантуру показывает общее понимание научных вопросов, демонстрирует поверхностные, неглубокие знания концептуальных проблем в рамках дисциплины, соответствующей научной специальности. Ответ на экзаменационный билет неполный, не содержит грубых ошибок, однако в нем могут встречаться неточности, представляет собой только констатацию теоретических фактов при отсутствии анализа и оценки актуальных проблем науки. Ответы на дополнительные вопросы отличаются фрагментарностью и слабой аргументацией, отсутствием выводов обобщающего характера, в большинстве случаев требуются уточняющие пояснения со стороны преподавателя. Поступающий редко использует терминологию, испытывает затруднения в процессе диалога по актуальным проблемам науки в рамках научной специальности.

0 – 39 баллов. Поступающий в аспирантуру демонстрирует недостаточные знания программного материала, непонимание концептуальных научных вопросов в рамках дисциплины, соответствующей научной специальности. Ответ на экзаменационный билет обнаруживает пробелы в знаниях, содержит грубые ошибки, неточности, отсутствует терминология, анализ, оценка актуальных проблем науки, рассматриваемых процессов и явлений. При ответе не используются аргументы, подтверждающие собственную точку зрения. Поступающий неправильно отвечает на поставленный вопрос, в том числе дополнительный, или затрудняется с ответом, не опирается на прочитанную литературу, не поддерживает диалог по значимым проблемам науки в рамках научной специальности.

ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Материалы в технике. Внутреннее строение материалов.
2. Свойство материалов. Энергия материалов.
3. Свободные атомы. Электронная структура атомов.
4. Ионы. Возбуждение электронов. Газы.
5. Межатомные притяжения. Ионные связи. Ковалентные связи (гомеополярные). Металлические связи.
6. Промежуточные первичные связи. Вторичные (вандерваальсовские) связи.
7. Многоатомные ячейки. Конденсированные фазы. Поверхностная энергия.
8. Фазы. Кристаллические твердые тела.
9. Элементарные кристаллы. Ионные кристаллы. Молекулярные кристаллы. Полиморфизм.
10. Кристаллические системы. Решетка Браве. Направления решетки. Плоскости решетки.
11. Дифракция. Дифракционные картины. Анизотропия и свойства.
12. несовершенство в кристаллах. Нарушение структуры, вызванные тепловым движением атомов. Тепловое расширение. Плавление.
13. Точечные дефекты. Дислокации (линейные дефекты). Границы (двухмерные дефекты).
14. Микроструктура однофазных материалов. Особые границы.
15. Аморфные твердые тела. Температура стеклования (фиктивная).
16. Самодиффузия. Коэффициенты диффузии. Концентрационные кривые диффузии.
17. Диффузия в соединениях. Диффузия в полимерах. Рост зерна.
18. Упругая деформация. Упругие волны. Факторы, влияющие на модуль упругости.
18. Неупругость. Термоупругость. Неупругие потери энергии (затухание).
19. Остаточная деформация в кристаллах.
20. Пластическое скольжение в кристаллах чистых металлов. Пластическое скольжение в соединениях.

21. Деформация двойникованием.
22. Деформационное упрочнение.
23. Отжиг, возврат и рекристаллизация.
24. Упрочнение легированием.
25. Пластическая деформация поликристаллических материалов.
26. Вязкое течение. Вязкость и структура.
27. Модели деформации материалов. Вязкоупругость. Вязкоупругое поведение полимеров.
28. Релаксация напряжений.
29. Однокомпонентные системы.
30. Двухкомпонентные системы.
31. Нонвариантные реакции в бинарных системах. Разделение фаз (образование выделений).
32. Диаграмма состояния системы Fe-C.
33. Многокомпонентные системы.
34. Упрочнение материалов.
35. Легирование с образованием твердого раствора.
36. Механическое деформирование.
37. Создание дисперсных выделений.
38. Превращения в твердом состоянии.
39. Разрушение твердых тел.
40. Хрупкое разрушение.
41. Упрочнение хрупких материалов.
42. Пластическое разрушение.
43. Переход от пластического разрушения к хрупкому.
44. Усталостное повреждение.
45. Ползучесть и длительная прочность.
46. Влияние рабочих условий на свойства материалов.
47. Термическое повреждение. Радиационное повреждение. Окисление.
48. Коррозия. Скорость коррозии. Защита от коррозии.
49. Композиционные материалы.
50. Напряжения в системах материалов. Связи в композиционных материалах.
51. Сложные материалы.
52. Виды коррозионного растрескивания.
53. Методы и оборудование, используемые при определении коррозионного растрескивания металлов и сплавов.
54. Факторы, влияющие на стойкость материалов против коррозионного растрескивания.
55. Виды водородного растрескивания.
56. Методы и оборудование, используемые при определении водородного растрескивания металлов и сплавов.
57. Факторы, влияющие на стойкость материалов против водородного растрескивания.
58. Понятие длительной прочности и долговечности стали.
59. Методы оборудования и приборы, используемые при постановке экспериментов по определению длительной прочности.
60. Виды разрушения и характеристики, определяемые при испытании образцов на долговечность.
61. Хрупкое разрушение образцов, испытываемых в агрессивных средах.

6. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ АСПИРАНТОВ ЛИТЕРАТУРОЙ И ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Китель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т. I, II. М.: Мир, 1979.
3. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М.: Мир, 1969.
4. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.
6. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.
8. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО. М., 2000.
9. Верещагина И.К. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2001.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Постников В.С. Физика и химия твердого состояния. М.: «Металлургия», 1978.
2. Зеленко В.К., Сергеев Н.Н., Извольский В.В., Власов В.М. Физико-механические и эксплуатационные свойства защитных покрытий. Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 1999.
3. Извольский В.В., Сергеев Н.Н. Коррозионное растрескивание и водородное охрупчивание арматурных сталей железобетона повышенной и высокой прочности. Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2001.
4. Баранов В.П., Сергеев Н.Н. Кинетика разрушения и прогнозирование долговечности деформированных высокопрочных сталей в водородсодержащих средах. Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2007.
5. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005.
6. Суздаев И.П. Нанотехнологии: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006.