

Приложение 4
к приказу № 74-од от 14.04.2022 г.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ИНСТИТУТ ФИЗИК ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИФПМ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИФПМ СО РАН

д.ф.-м.н.  Е.В. Шилько

« 14 »  2022 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПРОГРАММЫ
ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ ИФПМ СО РАН

1.1.8. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

ТОМСК 2022 г.

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела (далее – Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки.

1.2. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру ИФПМ СО РАН. Программой устанавливается:

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

1.3. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом директора ИФПМ СО РАН, действующими на текущий год поступления.

1.4. Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.5. Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа директора Института.

1.6. 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) по билетам, в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

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

Для дистанционной формы проведения экзамена используются платформы Moodle и программы для организации видеоконференций. 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. Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Для успешного прохождения вступительного экзамена устанавливается:

минимальное количество баллов – 60, максимальное количество баллов –100.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов со шкалой оценивания ответов на экзамене

Характеристика ответа	Оценка/Балл	Уровень владения темой
Неполный объем ответов	неудовлетворительно до 59	наличие ошибок и пробелов в знаниях или отсутствие необходимых знаний
Недостаточно полный объем ответов	удовлетворительно 60-75	наличие ошибок и пробелов в знаниях
Правильный, не содержащий существенных ошибок ответ	хорошо 76-84	оценка может быть снижена за отдельные несущественные ошибки
Полный безошибочный ответ с правильным применением понятий и определений	отлично 85-100	отличный

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

Поступающий, набравший менее 60 баллов за вступительный экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

3. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине «Механика деформируемого твердого тела»

Раздел 1. Деформированное и напряженное состояние

1. Понятие тензора и основные алгебраические операции с тензорами.
2. Два способа описания движения сплошного тела. Вектор перемещений.
3. Лагранжевы (материальные) и Эйлеровы (пространственные) координаты, тензоры деформаций Грина и Альманси.
4. Теория малых деформаций Коши. Физический смысл компонентов тензора деформаций.
5. Определение компонент вектора перемещений через компоненты поля малых деформаций. Условия совместности деформаций.
6. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений.
7. Главные значения и главные направления тензора напряжений. Девиатор напряжений.
8. Уравнение разрывности в Эйлеровых и Лагранжевых координатах.
9. Вектор напряжений на произвольной площадке. Формула Коши. Тензор напряжений (истинных напряжений, напряжений Коши).
10. Главные оси и главные нормальные напряжения тензора. Характеристическое уравнение.
11. Инварианты тензора напряжений. Геометрическая интерпретация тензора напряжений
12. Уравнение движения сплошной среды. Дифференциальная и интегральная формулировки.
13. Закон сохранения момента количества движения. Симметрия тензора напряжений.
14. Полная система уравнений механики сплошной среды. Начальные и граничные условия.

Раздел 2. Теория упругости

1. Упругий потенциал и дополнительная работа. Связи между напряжениями и деформациями для изотропной и анизотропной сред.
2. Закон Гука. Тензор упругих постоянных.
3. Симметрия матрицы упругих постоянных. Частные виды упругой анизотропии.
4. Соотношение между напряжениями и деформациями при изменении температуры для изотропного тела.
5. Основные уравнения теории упругости. Общая постановка задачи.
6. Постановка задачи в напряжениях. Постановка задачи теории упругости в перемещениях.
7. Потенциальная энергия упругой деформации. Единственность решения задач теории упругости.
8. Плоское напряженное состояние. Плоское деформированное состояние.
9. Основные уравнения термоупругости.
10. Вариационные принципы теории упругости.
11. Вариационный принцип минимума полной потенциальной энергии упругого тела.
12. Пространственные задачи теории упругости.
13. Упругие пластины. Основные гипотезы. Перемещение, деформации и напряжения в прямоугольных пластинах. Усилия и моменты.
14. Дифференциальные уравнения равновесия прямоугольных пластин. Граничные условия.
15. Деформации, напряжения, усилия и моменты в оболочках. Дифференциальные уравнения равновесия.
16. Безмоментная теория оболочки вращения. Краевые эффекты.

Раздел 3. Теория пластичности и ползучести

- II. Условия пластичности Сен-Венана и Мизеса. Идеализация диаграмм деформирования и нагружения.
- III. Идеальная пластичность. Теория пластического течения. Ассоциированный закон пластического течения.
- IV. Теория пластического течения упрочняющихся сред.
- V. Теория малых упругопластических деформации.
- VI. Явление ползучести. Определяющие соотношения.
- VII. Установившаяся ползучесть. Уравнения состояния.
- VIII. Неустановившаяся ползучесть. Определяющие уравнения.

Раздел 4. Механика разрушения

1. Феноменологические теории прочности и критерии разрушения.
2. Критерии длительной и усталостной прочности.
3. Двумерные задачи о трещинах в упругом теле.
4. Коэффициент интенсивности напряжений, методы его вычисления и оценки.
5. Скорость высвобождения энергии при продвижении трещины в упругом теле.
6. Энергетический подход Гриффитса в механике разрушения.
7. Кинетическая концепция прочности твердых тел. Формула Журкова.
8. Понятие о поврежденности. Параметр поврежденности Качанова и Работнова.
9. Ползучесть и релаксация, интегральные операторы вязкоупругости.

Раздел 5. Применение численные методы решения задач механики деформируемого твердого тела

1. Метод конечных разностей. Типичные разностные схемы для параболических, эллиптических и гиперболических уравнений.
2. Метод конечных разностей для дифференциальных уравнений теории упругости.
3. Вариационный метод Рэлея-Ритца решения задач теории упругости.

4. Метод Бубнова-Галеркина в задачах минимизации функционала полной потенциальной энергии.
5. Метод конечных элементов в теории упругости. Пределы применимости метода конечных элементов.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

15. Седов Л.И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1983. Т. 1,2. 528 с.
16. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1984. 744 с.
17. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975. 872 с.
18. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969.
19. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1975.
20. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. М.: Наука, 1985.
21. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1977.
22. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

23. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. - М.: Либроком, 2010. - 320 с.
24. Черняк В.Г., Суетин П.Е. Механика сплошных сред. – М.: Физматлит, 2006. - 352 с.
25. Седов Л.И. Механика сплошной среды. - СПб.: Лань, 2004. - т. 1,2.- 528 с.
26. Горшков А.Г., Тарлаковский Д.В., Старовойтов Э.И. Теория упругости и пластичности. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 416 с.
27. Зубчанинов В.Г. Механика процессов пластических сред. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 356 с.
28. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. - М.: Высшая школа, 1968.-512 с.
29. Бате К.-Ю. Методы конечных элементов. - М.: Физматлит, 2010. - 1024 с.
30. Калиткин Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978.
31. Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные схемы решения краевых задач. - М.: Мир, 1972. - 420 с.