

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

ПРОГРАММА

**ПРОГРАММА ВСУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

15.04.03 «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»

1. Цель и задачи экзамена

Экзамен устанавливает соответствие уровня подготовки выпускника-бакалавра требованиям программы специализированного высшего образования, проверяя базовые знания прикладной механики, умение формулировать и решать инженерные задачи прочности, а также готовность к исследовательской работе.

2. Форма и порядок проведения

Экзамен проходит в письменной форме по билетам. Каждый билет содержит два вопроса из приведённого перечня. Оценивание ведётся по 100-балльной шкале (≥ 85 — «отлично», 70–84 — «хорошо», 40–69 — «удовлетворительно», ≤ 40 — «неудовлетворительно»).

3. Содержание экзамена

Перечень охватывает фундаментальные разделы механики сплошных сред, теории упругости и пластичности, расчёта тонких элементов, вариационных и численных методов.

3.1. Механика сплошных сред

Проверяются умения пользоваться тензорным аппаратом, формулировать уравнения движения и равновесия (в декартовых и криволинейных координатах), задавать начальные и граничные условия, различать описания Лагранжа и Эйлера, а также анализировать напряжённое состояние (главные, касательные напряжения, круг Мора).

3.2. Теория упругости

Абитуриент должен уметь ставить статические и динамические задачи линейной упругости, выводить и применять уравнения Бельтрами–Мичелла, функцию Эри и комплексные потенциалы, использовать энергетические теоремы (минимум потенциальной энергии) и доказывать условия единственности решения.

3.3. Теория пластичности

Оценивается знание критериев текучести (Треска, Мизес и др.), деформационной и теории течения, умение строить поверхность текучести, рассчитывать напряжения при сложном нагружении, анализировать разгрузку, остаточные напряжения и сравнивать результаты с экспериментальными данными.

3.4. Тонкие элементы (пластины и оболочки)

Комиссия проверяет понимание гипотез Кирхгофа-Лява и Тимошенко, вывод уравнений изгиба пластины и несущей способности оболочек, умение формулировать

функционал Гамильтона, определять погонные усилия и моменты, а также корректно задавать начально-краевые условия для оболочек различной геометрии.

3.5. Вариационные принципы

Нужно уверенно формулировать и применять принципы Лагранжа, Гамильтона, Кастильяно, строить функционалы для заданных краевых задач, выводить уравнения Эйлера, использовать методы Ритца, Бубнова-Галеркина и Власова-Канторовича, а также оценивать погрешность приближённых решений.

3.6. Численные методы механики

Проверяются навыки построения разностных и вариационно-разностных схем, применения методов Рунге–Кутты к обычным дифференциальным уравнениям, понимание основ метода конечных элементов: выбор функций формы, сборка локальных и глобальных матриц, оценка устойчивости и точности численных алгоритмов.

4. Перечень экзаменационных вопросов

1. Теория напряжений. Тензор напряжений. Главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения.
2. Деформированное состояние оболочки. Кинематические параметры, гипотеза прямой нормали.
3. Дифференциальные уравнения равновесия и движения. Напряжения на наклонных площадках. Граничные условия на поверхности тела.
4. Тензоры погонных усилий и моментов. Внешние усилия и моменты. Функционал Лагранжа для оболочек.
5. Методы Лагранжа и Эйлера описания движения сплошной среды.
6. Физические соотношения для оболочек. Частный случай изотропного материала.
7. Тензоры деформаций. Относительные линейные деформации в произвольном направлении и главные линейные деформации.
8. Оболочка Кирхгофа-Лява. Дополнительные гипотезы, начально-краевые задачи.
9. Малые деформации, их механический смысл. Формулы Коши. Уравнения совместности деформаций.
10. Оболочка типа Тимошенко. Дополнительные гипотезы, начально-краевые задачи.
11. Обобщённый закон Гука. Закон Гука в обратной форме. Объёмная деформация. Работа упругих сил. Потенциальная энергия деформации.

12. Начально-краевые задачи и функционал Гамильтона для пластин типа Тимошенко.
13. Постановка основных задач линейной теории упругости.
14. Начально-краевые задачи и функционал Гамильтона для пластин Кирхгофа.
15. Уравнения статической теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Мичелла.
16. Методы Ритца, Бубнова-Галеркина, Власова-Канторовича.
17. Единственность решения статических задач теории упругости.
18. Метод конечных разностей, вариационно-разностный метод, метод прямых. Метод конечных элементов.
19. Краевые задачи для плоской деформации.
20. Критерии пластичности для изотропных материалов. Условия пластичности Треска-Сен-Венана, Мизеса-Губера-Генки. Сравнение условий пластичности.
21. Краевые задачи для плоского напряжённого состояния.
22. Деформационная теория пластичности. Теория течения. Простое нагружение. Разгрузка. Определение остаточных напряжений и деформаций.
23. Постановка плоской задачи относительно функции Эри.
24. Методы Рунге-Кутты.
25. Постановка плоской задачи в комплексных потенциалах.
26. Основы численных методов. Погрешность математических операций.
27. Теоремы взаимности работ (Бетти) и Клапейрона.
28. Метод конечных разностей. Разностные схемы. Консервативные разностные схемы.
29. Вариационные принципы и условия стационарности функционалов Лагранжа и Кастильяно.
30. Метод конечных элементов (МКЭ) и его применение к статическим и динамическим задачам механики.

5. Рекомендуемая литература

5.1. Основная литература

(базовые и классические монографии, учебные пособия)

1. Абовский Н.П., Андреев Н.П., Деруга А. П. Вариационные принципы теории упругости и теории оболочек. — М.: Наука, 1978.
2. Амензаде Ю.А. Теория упругости. — М.: Высшая школа, 1976.
3. Бате К.-Дж. Finite Element Procedures. — Prentice Hall, 2006.
4. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1981.
5. Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни. — М.: Физматгиз, 1959.
6. Галин Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости. — М.: Наука, 1980.
7. Горшков А. ., Медведский А.Л., Рабинский Л.Н., Тарлаковский Д.В. Волны в сплошных средах. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
8. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. — М.: МГУ, 1971.
9. Костюк В.П. Теория пластичности. — СПб.: Политехн., 2016.
10. Купрадзе В.Д., Гегелиа Т.Г., Башелейшвили М.О., Бурчуладзе Т.В. Трёхмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. — Тбилиси, 1985.
11. Локтева Н.А., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Плоские задачи теории упругости. — М.: Изд-во МАИ, 2011.
12. Лурье А.И. Теория упругости. — М.: Физматлит, 2007.
13. Михайлова Е.Ю., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Общая теория упругих оболочек. — М.: Изд-во МАИ, 2018.
14. Михайлова Е.Ю., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Упругие пластины и пологие оболочки. — М.: Изд-во МАИ, 2018.
15. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. — М.: Наука, 1966.
16. Новожилов В.В., Черных К.Ф., Михайловский Е.И. Линейная теория тонких оболочек. — Л.: Политехника, 1991.
17. Оконечников А.С., Сердюк Д.О., Федотенков Г.В. Прочностные и динамические расчёты в ANSYS Workbench. — М.: Изд-во МАИ, 2021.
18. Оконечников А.С., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Обобщённые функции в механике деформируемого твёрдого тела. Основы теории. — М.: Изд-во МАИ, 2019.

19. Оконечников А.С., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Обобщённые функции в механике деформируемого твёрдого тела. Интегральные преобразования и дифференциальные уравнения. — М.: Изд-во МАИ, 2019.
20. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твёрдого тела. — М.: Наука, 1988.
21. Редди Д.Н. Theory and Analysis of Elastic Plates and Shells. — CRC Press, 2019.
22. Седов Л.И. Механика сплошной среды (т. 1–2). — М.: Наука, 1970.
23. Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Общие соотношения и вариационные принципы математической теории упругости. — М.: Изд-во МАИ, 2008.
24. Тимошенко С.П., Гудьер Дж.Н. Theory of Elasticity. — McGraw-Hill, 1970.

5.2. Дополнительная литература

(справочники, задачки, специальные методы)

1. Брычков Ю.А., Прудников А.П. Интегральные преобразования обобщённых функций. — М.: Наука, 1977.
2. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. — М.: Наука, 1979.
3. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 1963.
4. Дёч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа. — М.: Наука, 1965.
5. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. — М.: Высшая школа, 1970.