

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,
д.т.н., профессор



 Д. Е. Быков

10 2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
в аспирантуру СамГТУ**

по научной специальности

1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям, соответствующим укрупненной группе направлений подготовки 01.00.00 Математика и механика, и, охватывает базовые дисциплины подготовки специалистов и магистров по данным направлениям.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в их личном деле.

При приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются **по пятибалльной шкале**.

Минимальное количество баллов для каждого направления подготовки, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла**.

Шкала оценивания:

«**Отлично**» – выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета.

«**Хорошо**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«**Удовлетворительно**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета, при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

«**Неудовлетворительно**» – выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

1.1 Алгебра и аналитическая геометрия

1. Определители и их свойства.
2. Матрицы и действия над ними, ранг матрицы, его вычисление, обратная матрица.
3. Решение систем линейных уравнений (СЛУ): методом Гаусса, обратной матрицы; формулы Крамера, однородные и неоднородные СЛУ, теорема Кронекера – Капелли.
4. Векторная алгебра: скалярное, векторное, смешанное, двойное векторное произведение и их свойства.
5. Комплексные числа и действия над ними, формулы Эйлера.
6. Прямая на плоскости и в пространстве, плоскость в \mathbb{R}^3 и их взаимное расположение.
7. Канонические уравнения кривых второго порядка и их графики: эллипс, гипербола, парабола.
8. Канонические уравнения поверхностей второго порядка в \mathbb{R}^3 .
9. Линейные пространства, евклидовы пространства, скалярное произведение.
10. Линейные операторы, действия над операторами. Обратный, сопряженный, самосопряженный операторы. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора.
11. Квадратичные формы и их приведение к каноническому виду.
12. Общая теория кривых и поверхностей второго порядка и их приведение к каноническому виду.

1.2 Обыкновенные дифференциальные уравнения

1. Понятия обыкновенных ДУ. Решение (интеграл) ДУ, частное решение, интегральная кривая. Задача Коши. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши.
2. Интегрируемые типы ДУ 1-го порядка, разрешенные относительно производной (с разделяющимися переменными, однородные, линейные, Бернулли, в полных дифференциалах). Понятие интегрального множителя.
3. Понятие особой точки ДУ. Типы особой точки.
4. Интегрируемые типы ДУ, не разрешенных относительно производной (уравнения Лагранжа и Клеро). Понятие особого решения.
5. ДУ высших порядков, допускающих понижение порядка. Основные способы понижения порядка.
6. Линейный дифференциальный оператор. Линейные ДУ. Структура общего решения линейного однородного ДУ. Линейно независимые решения, фундаментальная система решений ДУ. Структура общего решения линейного неоднородного ДУ.
7. Линейные ДУ с переменными коэффициентами (уравнения Эйлера, Лагранжа, Чебышева, Бесселя) и способы их интегрирования.
8. Нормальная форма системы ДУ 1-го порядка по Коши. Сведение системы ДУ к одному ДУ более высокого порядка. Понятие I интеграла системы ДУ.
9. Локальная устойчивость решения ДУ и устойчивость решений системы ДУ. Асимптотическая устойчивость.

1.3 Теория вероятностей и математическая статистика

1. Последовательность независимых испытаний. Формула Бернулли. Асимптотика Пуассона для формулы Бернулли.
2. Непрерывная случайная величина. Функция распределения случайной величины и ее свойства. Плотность вероятности случайной величины и ее свойства.
3. Характеристики положения случайной величины: математическое ожидание и его свойства, мода, медиана.
4. Характеристики разброса случайной величины: дисперсия и ее свойства, среднее квадратичное отклонение.
5. Совместное распределение вероятностей двух случайных величин. Условные функции распределения.
6. Закон распределения функции одного случайного аргумента, периодической функции, функции, не имеющей обратной.
7. Эмпирическая функция распределения, гистограмма распределения.
8. Статистические критерии Пирсона и Колмогорова о соответствии эмпирического и теоретического распределений.
9. Статистические оценки параметров распределения. Состоятельность, несмещенность и эффективность оценок. Оценивание при помощи доверительного интервала.
10. Числовые характеристики случайного процесса. Свойства корреляционной функции. Взаимная корреляционная функция и ее свойства.
11. Спектральная теория стационарных случайных процессов. Свойства спектральной плотности. Взаимная спектральная плотность.
12. Основные законы распределения случайной величины: нормальный, показательный, гамма-распределение.

1.4 Теория функций комплексного переменного

1. Комплексные числа. Геометрическая интерпретация. Тригонометрическая, показательная, алгебраическая формы комплексного числа. Операции с комплексными числами.
2. Функция комплексного переменного. Аналитическая функция, условия Коши-Римана.
3. Геометрический смысл аргумента и модуля производной аналитической функции. Понятие конформного отображения. Примеры конформных отображений.
4. Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральные теоремы Коши. Интегральная формула Коши.
5. Изолированные особые точки. Разложение функции комплексного переменного в ряд Лорана в окрестности особой точки. Типы особых точек. Понятие вычета функции комплексного переменного относительно особой точки. Приложение теории вычетов к вычислению интегралов.
6. Функция-оригинал. Преобразование по Лапласу. Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.
7. Свертка функций. Интегральные уравнения типа свертки.

1.5 Численные методы

1. Численные методы решения нелинейных уравнений. Сходимость метода итерации.
2. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических

уравнений. Достаточные условия сходимости методов.

3. Интерполяция функций многочленами. Интерполяционные формулы Ньютона
4. Среднеквадратичное приближение. Метод наименьших квадратов.
5. Численные методы интегрирования. Оценка погрешности методов.
6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Погрешности замены производных функции одной переменной через конечные разности. Разностные схемы для обыкновенных ДУ. Аппроксимация, устойчивость, сходимость.

7. Одномерные задачи механики деформируемого твердого тела. Вывод основных уравнений одномерных краевых задач, их матричная форма записи. Методы начальных параметров и прогонки, их погрешности. Аппроксимация граничных условий.

8. Конечноразностная аппроксимация производных от функций нескольких переменных.

9. Сеточные методы решения краевых задач в частных производных: метод сеток, метод коллокаций, метод наименьших квадратов.

10. Конечно-разностные схемы для уравнений теплопроводности, Лапласа и волнового уравнения. Сходимость, устойчивость и погрешность конечно-разностных схем, аппроксимация граничных условий.

11. Понятие о вариационных методах решения краевых задач в механике сплошных сред. Методы Ритца, Бубнова-Галеркина, обобщенные методы Ритца и Бубнова-Галеркина.

12. Метод конечных элементов. Основные типы конечных элементов в R^2 и R^3 , матрица жесткости для одного конечного элемента и системы конечных элементов. Представление напряженно-деформируемого состояния через перемещение узлов конечного элемента, основные соотношения для треугольных конечных элементов в плоской задаче теории упругости. Аппроксимация перемещения и способы повышения ее порядка. Трехмерная задача: основные соотношения для тетраэдра. Вывод основных уравнений МКЭ в варианте метода перемещений. Решение МКЭ линейных и нелинейных задач теории упругости.

1.6 Уравнения математической физики

1. Классификация ДУ с двумя переменными. Характеристические кривые и характеристические уравнения.

2. Решение волнового уравнения методом характеристик.

3. Метод разделения переменных (метод Фурье) для уравнений свободных колебаний струны.

4. Постановка краевых задач для одномерного уравнения теплопроводности. Теорема о максимуме и минимуме для уравнения параболического типа.

5. Метод Фурье для решения задачи об охлаждении стержня через его границу.

6. Уравнения Лапласа и Пуассона, постановка краевых задач. Метод Фурье для решения краевых задач эллиптического типа.

1.7 Теоретическая механика

1. Статика. Аксиомы статики. Связи и их реакции, типы связей. Системы сил. Плоская и пространственная системы сил: условия и уравнения равновесия.

2. Кинематика. Кинематика точки. Скорость, ускорение, движение точки. Поступательное движение твердого тела. Инерционные системы координат. Абсолютное, относительное и переносное движение, основные теоремы для сложного

движения. Плоскопараллельное движение твердого тела.

3. Динамика. Динамика точки. Законы Ньютона. Свободные и вынужденные колебания точки с учетом трения. Динамика точки и системы. Основные теоремы и законы динамики системы. Кинетическая и потенциальная энергия точки и системы. Закон сохранения энергии. Принцип Даламбера для точки и системы. Уравнения Лагранжа второго рода. Интегралы движения. Канонические уравнения Гамильтона. Метод Якоби-Гамильтона.

1.8 Тензорный анализ

1. Индексные обозначения. Соглашение о суммировании. Сложение, умножение и свертывание индексных объектов. Симметричные и антисимметричные объекты. Символы Кронекера второго, четвертого и шестого порядков.

2. Линейные, билинейные и полилинейные формы. Их свойства, инвариантность формы. Понятие тензора.

3. Линейные преобразования. Инварианты, ковариантные и контравариантные векторы. Тензоры второго и более высокого порядка. Операции над тензорами. Тензорные равенства и уравнения. Обратный тензорный признак. Тензоры и псевдотензоры.

4. Общие преобразования координат. Тензоры относительно общего преобразования.

5. Криволинейные координаты, тензорные поля и их характеристики. Параллельное векторное поле. Символы Кристоффеля первого и второго рода.

6. Производные тензоров. Абсолютная и ковариантная производные тензоров. Правила дифференцирования тензоров.

7. Дивергенция и вихрь вектора, лапласиан в криволинейных координатах. Векторные операции второго порядка.

8. Криволинейные координаты на поверхности. Тензоры на поверхности.

1.9 Математические модели в механике сплошных сред Основные положения механики деформируемого твердого тела (МДТТ)

Классификация внешних сил. Модельные представления сосредоточенных изгибающего и крутящего момента. Принцип отвердения в МДТТ. Замена системы сил статически эквивалентной. Внутренние силы. Виды напряженно-деформируемого состояний. Основные свойства твердых деформируемых тел: упругость, пластичность, вязкоупругость, ползучесть.

Одномерные задачи на растяжение-сжатие. Принцип Сен-Венана при растяжении-сжатии. Гипотеза несжимаемости материала. Расчеты на прочность по допускаемым напряжениям. Напряжения и деформации от собственного веса, вращающийся стержень, напряжения в склейке. Стержни переменного сечения. Гибкие упругие нити.

Перемещения узлов стержневых систем. Геометрические линейные и нелинейные задачи. Температурные деформации. Потенциальная энергия при растяжении.

Напряжения при ударе. Распространение упругих волн в стержнях.

Деформации и напряжения при изгибе. Понятие о деформации изгиба. Устройство опор балок. Изгибающий момент и поперечная сила. Дифференциальное уравнение изгиба балки. Эпюры моментов и перерезывающих сил.

Потенциальная энергия при чистом изгибе. Расчет балок на прочность.

Интегрирование ДУ изгиба. Прогиб и поворот сечения балки. Интегрирование балок с шарнирами. Решение ДУ для статически неопределимых балок.

Сложное напряженное состояние (СНС). Напряжения по наклонным сечениям

при растяжении. Понятие о главных напряжениях. Напряжения при двухосном растяжении. Графическое изображение напряжений.

Напряжения и деформации при объемном напряженном состоянии. Потенциальная энергия упругой деформации при СНС. Чистый сдвиг. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука. Определение напряжений при кручении вала круглого сечения. Особенности при кручении стержней некруглого сечения. Гипотеза жесткого контура. Потенциальная энергия при кручении.

Прочность при СНС. Диаграмма растяжения. Механические характеристики упруго-пластического материала. Механизмы разрушения. Понятия о теориях прочности. Теории хрупкого и вязкого разрушения.

Устойчивость стержней. Постановка задачи. Устойчивость сжатого упругого стержня. Точное решение задачи для сжатого стержня, эластика Эйлера. Влияние способа закрепления концов стержня на величину критической силы.

Общая теория напряжений. Понятие сплошной среды. Плотность, однородность, изотропия, массовые и поверхностные силы. Принцип напряжений Коши. Вектор напряжений. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Связь тензора напряжений и вектора напряжений. Уравнения равновесия сил и моментов, симметрия тензора напряжений.

Кинематика деформируемой среды. Основные понятия и определения: точка, частица, закон движения частицы, деформация, течение, закон движения континуума. Способы описания движения континуума в криволинейной системе координат. Векторы базиса. Радиус-вектор, вектор перемещения.

Лагранжево и эйлеровое описание движения. Градиенты деформаций и перемещений.

Тензоры деформаций Коши и Грина. Тензоры конечных деформаций Грина и Альманси. Теория малых деформаций. Тензоры бесконечно малых деформаций. Геометрический смысл тензоров линейных деформаций. Коэффициент длины. Интерпретация конечных деформаций.

Представление тензора второго ранга в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров. Относительное перемещение. Тензор линейного поворота. Вектор поворота.

Главные деформации. Инварианты деформаций. Кубическое расширение. Шаровой тензор и девиатор деформаций. Плоская деформация. Круги Мора для деформаций. Уравнения совместности для линейных деформаций, частные случаи уравнений совместности.

1.10 Основные законы механики сплошной среды

Движение и течение. Понятие терминов движение и течение. Материальная производная. Скорость, ускорение, мгновенное поле скоростей.

Траектории. Линии тока. Установившееся движение. Скорость деформации. Завихренность. Приращение деформации. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформаций и завихренности, вектор завихренности.

Материальные производные по времени от элемента объема, элемента поверхности и линейного элемента.

Материальные производные по времени от интеграла по объему, интеграла по поверхности и линейного интеграла.

Основные законы механики сплошной среды. Сохранение массы. Уравнение неразрывности. Теорема об изменении количества движения. Уравнения движения. Уравнения равновесия. Теорема об изменении момента количества движения.

Сохранение энергии. Первый закон термодинамики. Уравнение энергии.

Уравнения состояния. Энтропия. Второй закон термодинамики. Неравенство Клаузиуса-Дюгема. Диссипативная функция. Диссипативная функция.

Определяющая система уравнений термомеханического континуума (уравнения состояния).

Линейная теория упругости. Обобщенный закон Гука. Функция энергии деформации. Изотропные и анизотропные среды. Симметрия упругих свойств.

Изотропные среды. Упругие константы изотропных сред. Закон Гука для изотропных сред в постоянных Ламе и технических постоянных. Физический смысл упругих констант.

Формулировка теории упругости в перемещениях (уравнения Навье-Коши) и в напряжениях (уравнения Бельтрами-Мичела). Частный случай отсутствия объемных сил. Постановка динамических задач теории упругости.

Теорема о суперпозиции. Принцип Сен-Венана.

Гиперупругость. Поверхности деформаций и напряжений в R^6 . Потенциал деформаций. Выпуклость поверхностей деформаций и напряжений.

Термодинамика упругой деформации. Термодинамика упругой деформации в одноосном напряженном состоянии. Термодинамические потенциалы. Адиабатические модули упругости. Зависимость $E \approx \varepsilon$ в условиях адиабатического деформирования.

Температурные эффекты при сложном напряженном состоянии. Соотношения Дюамеля-Неймана. Связь $A_{iii} \approx \varepsilon_{iii}$ при адиабатическом деформировании.

Основные уравнения линейной термоупругости изотропного тела. Уравнение притока тепла связанной задачи термоупругости. Уравнения несвязанной задачи термоупругости.

Двумерные задачи теории упругости в прямоугольной системе координат.

Плоское напряженное состояние и плоская деформация (основные соотношения). Основные соотношения двумерной теории упругости. Функция напряжений Эри. Выражение компонент напряжений через функцию Эри.

Граничные условия для двумерных задач. Решение двумерных задач в полиномах (анализ решений при помощи полиномов 2, 3, 4, 5 степеней). Определение перемещений.

Точное решение задачи об изгибе консоли, нагруженной на конце.

Решение двумерной задачи при помощи рядов Фурье.

Двумерные задачи теории упругости в полярных координатах. Уравнения равновесия в полярной системе. Функция Эри и связь напряжений с функцией Эри в полярной системе.

Полярно-симметричное распределение напряжений. Компоненты деформаций в полярных координатах.

Перемещения при симметричных полях напряжений.

Одномерные задачи в полярных координатах: толстостенная труба при действии внутреннего и внешнего давлений, вращающийся диск.

Простейшая задача о концентрации напряжений. Влияние круглого отверстия на распределение напряжений в пластинке.

Теория пластичности. Основные положения и определения. Идеализированные диаграммы пластического деформирования: жестко-пластический, упруго-пластический материалы; Жестко-пластический материал с линейным упрочнением.

Принцип максимума и постулат Друкера. Диссипативная функция. Условия пластичности. Критерии Треска и Мизеса. Поверхность текучести.

Поведение материала за пределом текучести.

Изотропное и кинематическое упрочнение.

Соотношение между напряжениями и деформациями в пластическом состоянии.

Эквивалентное напряжение. Эквивалентное приращение пластической деформации.

Работа на пластических деформациях. Гипотеза упрочнения. Деформационная теория пластичности.

Постановка задачи упругопластичности. Элементарная теория линий скольжения при плоской пластической деформации.

Линейная вязкоупругость. Понятия о вязкоупругих свойствах материалов. Простейшие структурные механические модели вязкоупругого поведения (Максвелла, Фойхта, Кельвина, Бюргерса) и их анализ. Задачи ползучести и релаксации. Обобщенные модели. Линейные дифференциальные уравнения.

Феноменологическая теория линейного наследственно-упругого тела. Сингулярные и несингулярные ядра наследственности. Графическое построение наследственной деформации. Принцип линейной суперпозиции. Дифференциальная и интегральная формы представления наследственной теории. Функции ползучести и релаксации. Применение преобразования Лапласа. Построение трехмерных теорий вязкоупругости. Постановка краевых задач для вязкоупругих тел. Принцип соответствия.

Ползучесть материалов. Эффект ползучести. Стадии ползучести. Аппроксимация кривых ползучести. Подобие кривых ползучести. Изохронные кривые ползучести. Температурные зависимости для деформации ползучести.

Простейшие теории одномерной ползучести: теории установившейся ползучести, старения, течения, упрочнения. Гипотеза уравнения состояния.

Аналитические выражения для закона упрочнения. Теории нелинейного наследственно-упругого тела. Теория неполной обратимости деформации ползучести. Метод разделения деформации ползучести. Кинетические уравнения ползучести и их анализ. Ползучесть при сложном напряженном состоянии. Теорема Гамильтона-Кэли. Уравнения изотропной установившейся ползучести. Потенциал ползучести. Квазилинейные уравнения установившейся ползучести. Кинетические уравнения Работнова Ю.Н. для сложного напряженного состояния. Теория течения. Квазилинейные уравнения.

Элементы рассеянного (объемного) разрушения. Типы разрушения. Основные сведения о длительной прочности. Хрупкое и вязкое разрушение. Температурно-временные параметры. Аппроксимация диаграмм длительной прочности. Принцип линейного суммирования повреждений. Оценка длительной прочности при сложном напряженном состоянии.

Математические модели вязкого, хрупкого и смешанного разрушения. Критерии разрушения: деформационный, энергетический, энтропийный. Некоторые обобщения на случай сложного напряженного состояния.

Список рекомендованной литературы

1. Ильин В.А., Садовничий В.А., Сендов Бл.Н. Математический анализ. Учебн. В 2 частях. М.: изд-во МГУ, 2004.
2. Александров П.С. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. СПб.: Лань, 2009, 512 с.
3. Беклемишев Д.В. Дополнительные главы линейной алгебры. СПб: Лань, 2008. 496 с.
4. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. СПб: Лань, 2008. 432 с.
5. Фадеев Д.К., Фадеев В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. СПб: Лань, 2009. 736 с.
6. Васильева А.Б., Тихонов Н.А. Интегральные уравнения. СПб: Лань, 2009. 160 с.
7. Фихтенгольц Г.Н. Курс дифференциального исчисления (в трех томах). СПб: Лань, 2009. 2080 с.

8. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. СПб: Лань, 2011. 464 с.
9. Демидович Б.Н., Марон И.А. Основы вычислительной математики. СПб: Лань, 2009. 672 с.
10. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Наука, 2003.
11. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1971. 240 с.
12. Петровский И.Ю. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1970. 280 с.
13. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1982. 331 с.
14. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики: Учеб. пособие. М.: Наука, 1977. 735 с.
15. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных: Учеб. пособие. М.: Наука, 1983. 424 с.
16. Бицадзе А.В. Уравнения математической физики: Учеб. пособие. М.: Наука, 1982. 336 с.
17. Владимиров В.С. Уравнения математической физики: Учеб. пособие. М.: Наука, 1981. 512 с.
18. Кошляков Н.С. и др. Уравнения в частных производных математической физики. Учеб. пособие. М.: Высш. шк, 1970. 710 с.
19. Понтрягин Л.С. и др. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1983. 392 с.
20. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. М.: Физматгиз, 1960.
21. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Наука, 1979.
22. Тарг С.М. Кратчайший курс теоретической механики. М.: Высш. школа, 1963.
23. Мак-Коннел А.Дж. Введение в тензорный анализ. М.: Физматгиз, 1963.
24. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. М.: Мир, 1974.
25. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 1–2. М.: Наука, 1970.
26. Работнов Ю.Р. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1979.
27. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1975.
28. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966. 752 с.
29. Самарин Ю.П. Уравнения состояния материалов со сложными реологическими свойствами. Куйбышев: Куйбышевский госуниверситет, 1979. 84 с.
30. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение. 1976.
31. Радченко В.П., Еремин Ю.А. Реологическое деформирование и разрушение материалов и элементов конструкций. М.: Машиностроение-1, 2004. 265 с.
32. Радченко В.П., Кичаев П.Е. Энергетическая концепция ползучести и виброползучести металлов. Самара: СамГТУ, 2011. 157 с.
33. Радченко В.П., Саушкин М.Н. Ползучесть и релаксация остаточных напряжений в упрочнённых конструкциях. М.: Машиностроение–1, 2005. 224 с.
34. Радченко В.П. Введение в механику деформируемых систем. Учебн. пособие. Самара: СамГТУ, 2009. 241 с.
35. Локощенко А.М. Моделирование процесса ползучести и длительной прочности металлов. М.: МГИУ, 2007. 264 с.
36. Локощенко А.М., Пушкарёв Е.А. Основы теории ползучести. Учеб. пособие. М.: МГТУ, 2007. 132 с.
37. Никитенко А.Ф. Ползучесть и длительная прочность металлических материалов. Новосибирск: НГАСУ, 1997. 278 с.

38. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики. М.: Физматлит, 2013. 352 с.