

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан  
Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Динамические задачи прикладной механики**

по направлению подготовки

**15.04.03 Прикладная механика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Компьютерный инжиниринг конструкций, биомеханических систем и материалов**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОПОП  
В.А. Скрипняк  
Е.С. Марченко

Председатель УМК  
В.А. Скрипняк

Томск 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-11 Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий.;

ОПК-12 Способен создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разрабатывать современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации..

ПК-1 Способен критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.

ПК-2 Способен самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (САЕ-систем мирового уровня).

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 11.1 Знать основные подходы к определению направлений перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий

ИОПК 11.2 Уметь анализировать направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий

ИОПК 11.3 Владеть методиками анализа и определения направлений перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий

ИОПК 12.1 Знать способы построения алгоритмов цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разработки современных цифровых программ расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации

ИОПК 12.2 Уметь создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разрабатывать современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации

ИОПК 12.3 Владеть методиками построения алгоритмов цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разработки современных цифровых программ расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации

ИПК 1.3 Уметь осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий

**ИПК 1.4** Уметь ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач

**ИПК 1.5** Уметь анализировать, интерпретировать, оценивать, представлять результаты собственных исследований в профессиональном сообществе и защищать результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями

**ИПК 2.1** Знать: математические и компьютерные модели, программные системы мультидисциплинарного анализа (САЕ-системы мирового уровня), используемые для решения поставленных научно-технических задач

**ИПК 2.2** Уметь самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (САЕ-систем мирового уровня)

**ИПК 2.3** Владеть навыками самостоятельного выполнения научных исследований в области прикладной механики, решения сложных научно-технических задач

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить аппарат профессиональной деятельности, включающей как проведение фундаментальных исследований, так и постановку и решение инженерных задач.

– Научиться применять понятийный аппарат вычислительной механики для постановки и решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Профессиональный модуль №1 «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Второй семестр, зачет с оценкой

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Конструкционная прочность и ее физические основы, вычислительная механика и компьютерный инжиниринг.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лабораторные: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Введение. Содержание и цели курса. Классификация задач механики деформируемого твердого тела (МДТТ). Волновые, динамические, квазистатические задачи. Основные группы уравнений

Тема 2. Упругие волны в пространственных телах. Классические задачи. Два типа волн в неограниченной среде. Плоские волны. Продольные и поперечные колебания в упругой среде. Сферические волны. Распространение волн в двух измерениях. Волны Рэлея, волны Лява. Отражение волн. Откол.

Тема 3. Распространение волн в стержнях. Напряжения при ударе – анализ в элементарной постановке. Удар по стержню. Продольные колебания стержней. Динамическая устойчивость. Следящая сила. Экспериментальные методы изучения волн в стержнях. Стержене Дэвиса, Гопкинсона.

Тема 4. Разрушение. Эксперименты по определению критериев разрушения. Хрупкое и пластичное разрушение. Критерии разрушения изотропных и анизотропных материалов. Два подхода к моделированию разрушения. Понятие о механике трещин. Особенности разрушения при нестационарном нагружении

Тема 5. Моделирование НДС тел вращения при ударном и взрывном нагружении. Системы координат и переменные Эйлера и Лагранжа. Физическая и математическая модели – общий случай, двумерные и одномерные частные случаи. Основные особенности метода Уилкинса расчета упругопластических течений. Метод Мак-Кормака. Подвижные эйлеровы сетки. Схема решения задачи о взаимодействии газа и твердого тела. Примеры расчетов. Достоинства и недостатки методов расчета.

Тема 6. Моделирование НДС тел вращения при квазистатическом нагружении. Классификация приближенных численных методов. Краевая и вариационная задачи. Вариационно-разностный метод. Контроль точности.

Тема 7. Оболочечные конструкции при ударном и динамическом нагружении. Оболочечные расчетные схемы. Модель оболочек типа Тимошенко. Постановка начальных и граничных условий в классической теории оболочек и в теории Тимошенко. Упрощенные модели оболочек. Оболочки с заполнителем. Способы учета наличия заполнителя в оболочке – упругое основание, гидродинамическая аналогия, Модели МДТТ. Полная и упрощенная модели анализа наполнителя. Решение контактной задачи «оболочка - твердое тело».

Тема 8. Классификация численных методов, математических и физических моделей. Типы дифференциальных уравнений в частных производных и систем уравнений. Согласование физической и математической моделей. Выбор подходящих численных методов для реализации задач.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу и домашним заданиям, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета с оценкой 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <http://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22431>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Лейбензон Л.С. Собрание трудов, т. 1, Теория упругости. М.: изд-во АН СССР, 1951.

2. Иванов Г.В., Волчков Ю.М., Богульский И.О., и др. Численное решение динамических задач упругопластического деформирования твердых тел. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002, 352 с.

3. Люкшин Б.А., Герасимов А.В., Кректулева Р.А., Люкшин П.А. Моделирование физико-механических процессов в неоднородных конструкциях. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2001, 272 с.

4. Люкшин Б.А. Динамические задачи механики деформируемого твердого тела. Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет, 2009, 126 с.

б) дополнительная литература:

5. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластин и оболочек. М.: Наука, 1972, 432 с.

6. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. М.: Наука, 1967, 984 с.

7. Годунов С.К., Рябенький В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1973, 400 с.

8. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. М.: Наука, гл. ред. ФМЛ, 1974

9. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности : учебник / Г. С. Варданян, В. И. Андреев, Н. М. Атаров, А. А. Горшков ; под ред. Г. С. Варданяна, Н. М. Атарова. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 510 с. – Режим доступа ЭБС Znanium.com <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=448729>

10. Прикладная теория пластичности / [Митенков Ф. М., Волков И. А., Игумнов Л. А. и др.]. – М. : Физматлит, 2015. – 1 онлайн-ресурс (282 с.) – URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71993](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71993)

11. Лихачев В.А., Малинин В.Г. Структурно-аналитическая теория прочности. С.-Петербург: Наука. 1993. - 471 с.

12. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности / Пер. с англ.; Под ред. Н.В. Баничука. М.: Мир, 1987. -542 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

- EqWorld : мир математических уравнений [Электронный ресурс] / под ред. А. Д. Полянина. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2004-2016. – URL:

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>

- Библиотека научной литературы LIB.org.by [Электронный ресурс] : книги,

журналы, статьи / Белорусская научная библиотека. – Электрон. дан. – [Б. м., б. г.].

– URL: <http://lib.org.by/>

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения:

MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –

<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.ru/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам. Лаборатория механики деформируемого твердого тела.

### **15. Информация о разработчиках**

Люкшин Борис Александрович, доктор технических наук, кафедра механики деформируемого твердого тела, профессор