

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

**Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг**

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-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики;

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..

ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;

ОПК-6 Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы;

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.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 10.1 Знать современные физико-механические, математические и компьютерные модели при решении актуальных научно-технических задач в области прикладной механики

ИОПК 10.2 Уметь разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики

ИОПК 10.3 Владеть методикой разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей при решении научно-технических задач в области прикладной механики

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

ИОПК 5.1 Знать теоретические основы аналитических и численных методов при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

ИОПК 5.2 Уметь анализировать математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов и разрабатывать аналитические и численные методы для их применения

ИОПК 5.3 Владеть методиками разработки аналитических и численных методов при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

ИОПК 6.1 Знать современные информационно-коммуникационные технологии, основные глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности

ИОПК 6.2 Уметь применять современные информационно-коммуникационные технологии и глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности.

ИОПК 6.3 Владеть методикой использования современной информационно-коммуникационной технологии, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской деятельности

ИПК 1.1 Знать перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных материалов, соединений, композитов на их основе и изделий из них

ИПК 1.2 Знать современные проблемы прикладной механики, методы планирования научно-исследовательской работы, способы решения научных задач механики, обработки и анализа полученных данных, представления результатов

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

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить аппарат профессиональной деятельности, включающей как проведение прикладных исследований, так и постановку, и решение инженерных задач методами компьютерного инжиниринга и вычислительной механики

– Научиться применять пакеты прикладных программ компьютерного инжиниринга 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 обязательной части образовательной программы.

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

Третий семестр, экзамен

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Информационные технологии в науке и образовании; Современные технологии структурного дизайна материалов ч. I; Материаловедение и технология материалов.

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

### **6. Язык реализации**

Русский

### **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 24 ч.

-лабораторные: 24 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Классификация задач вычислительной механики. Технологии компьютерного инжиниринга CAD/CAM/CAE/PDM (EKM/SLM/SPM/PSM/ESM)/PLM. Основные тенденции и подходы современного компьютерного инжиниринга.

Тема 2. Вычислительные методы, используемые для решения задач компьютерного инжиниринга. Метод конечных элементов (FEM). Метод конечных элементов (FDM).

Тема 3. Использование метода дискретных элементов, метода гидродинамики сглаженных частиц (SPH) для решения задач механики деформируемого твердого тела.

Тема 4. Применение современных CAD/CAE технологий для выполнения автоматизированных научных и расчетных исследований в прикладной механике. Классификация программных систем компьютерного инжиниринга (CAE-систем) или программных систем конечно-элементного анализа / инженерного анализа для машиностроения (Mechanical Computer-Aided Engineering, MCAE).

Тема 5. Применение CAD/ CAM / PLM технологий как основы проектирования и цифрового производства, реализующего концепцию "от идеи до изделия". Программные продукты ANSYS. Интерфейс пакета WB ANSYS. Программные продукты TFLEX. Модули Design Modeler и Space Clime.

Тема 6. Выполнение индивидуального задания по решению задач компьютерного инжиниринга. Применение CAD/FEA/CFD/CAE/CAM/PDM/PLM технологий как основы проектирования и цифрового производства, реализующего концепцию "от идеи до изделия".

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения индивидуальных заданий, 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**

Экзамен в третьем семестре проводится в устной форме и предусматривает ответы на два вопроса из разных разделов теоретического материала и выполнение решения задачи. Билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета 1,5 часа.

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=29487>

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

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

а) основная литература:

1. Бруяка В. А. Инженерный анализ в ANSYS WORKBENCH / В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова и др. – Самара : Самарский гос. Тех. ун-т. – Ч. 1. – 2010. – 271 с. ; Ч. 2. – 2013. – 148 с.

2. Муромцев Д. Ю. Математическое обеспечение САПР: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб. [и др.] : Лань, 2014. – 464 с. – Режим доступа ЭБС Лань: [https://e.lanbook.com/book/42192#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/42192#book_name) Лоу А. М.. Имитационное моделирование/ А. М. Лоу, В. Д. Кельтон ; пер. с англ., под ред. В. Н. Томашевского. - 3-е изд.. - СПб.: Питер, 2004. - 846 с.

3. Малюх В. Н. Введение в современные САПР : курс лекций : учебное пособие / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с. – Режим доступа ЭБС Лань: <http://e.lanbook.com/book/1314>

б) дополнительная литература:

– О. М. Огородникова Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге. – Екатеринбург.: УрФУ, 2013. - 131 с.

– Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Данилов М. Н., Захарова Ю. В. Основы работы в ANSYS 17. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.: ил.

- Басов К. А. Графический интерфейс комплекса ANSYS / К. А. Басов. М.: ДМК Пресс, 2006. 248 с.

- Кондаков А. И. САПР технологических процессов : учебник / А. И. Кондаков. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2010. – 267 с.

- Е. Н. Чумаченко, Т. В. Полякова, С. А. Аксенов, С. А. Бобер, И. В. Логашина, В. Н. Корзо, О. С. Ерохина Математическое моделирование в нелинейной механике (Обзор программных комплексов для решения задач моделирования сложных систем) Учреждение Российской академии наук Институт космических исследований РАН, 2009. - 42 с.

- Ельцов М.Ю., Козлов А.А., Седойкин А.В., Широкова Л.Ю. Проектирование в NX под управлением Teamcenter учебное пособие. – Белгород, 2010. 783 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. 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>
2. 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/>
3. Руководство по основным методам проведения анализа в программе ANSYS [Электронный ресурс] // Studfiles : файловый архив студентов. – Электрон. дан. – [Б. м., б. г.]. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/2557944/>
4. ANSYS [Electronic resource] / ANSYS, Inc. All rights reserved. – Electronic data. – Canonsburg, USA, 2016. – URL: <http://www.ansys.com/>

### **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 OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); программные комплексы WB ANSYS, SolidWorks, TFX.

– 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/>

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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой с установленным лицензионным программным обеспечением, для проведения практических и лабораторных занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с установленным лицензионным программным обеспечением и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории, оснащенные компьютерной техникой с установленным лицензионным программным обеспечением.

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

Скрипняк Владимир Альбертович, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра механики деформируемого твердого тела, заведующий кафедрой;

Скрипняк Евгения Георгиевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра механики деформируемого твердого тела, доцент.