

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

**Практикум по вычислительной механике**

по направлению подготовки / специальности

**15.03.03 Прикладная механика**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

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

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

В.А. Скрипняк

Е.С. Марченко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен осуществлять проведение расчетов композиционных материалов и микромеханики.

ПК-2 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК 1.1 Знает основы технологии конструкционных и композиционных материалов, основы упругости, пластичности и ползучести, основы механики композиционных материалов и конструкций, основы материаловедения, физические и механические характеристики конструкционных и композиционных материалов, основы теплопроводности и теплопередачи, основы усталостной прочности, основы теории устойчивости конструкций, основы теории проведения измерений при экспериментальных работах

РОПК 1.2 Умеет применять методики расчета на прочность конструкций различной сложности, составлять математические модели с учетом геометрической нелинейности элементов силовых, температурных воздействий, и пластичности материалов, проводить расчеты на прочность аналитическими и численными методами решения задач механики, проводить расчеты на прочность в универсальных программных системах конечно-элементного анализа, читать и понимать техническую документацию на английском языке, использовать стандартное программное обеспечение при оформлении документации и инженерных расчетов, использовать программное обеспечение для расчетов на прочность

РОПК 2.1 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации

РОПК 2.2 Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы анализа научно-технической информации

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить аппарат, используемый в современных подходах прикладной механики с использованием численных методов – алгоритм проведения вычислительного эксперимента, постановка задач вычислительного эксперимента и этапы вычислительного эксперимента, правила идеализации геометрических, физических, математических моделей, выбор численного метода решения задач прикладной механики, принципы использования дискретных методов, основы метода конечных элементов;

– Научиться применять понятийный аппарат прикладной механики для выполнения расчетно-экспериментальных работ, связанных с определением напряжённо-деформированного состояния в материалах отдельных изделий и конструкций с современных методов инженерного анализа на основе вычислительных методов, распространенных в современных промышленности системах.

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

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Восьмой семестр, зачет

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: сопротивление материалов, теория упругости, приближенные вычисления.

#### **6. Язык реализации**

Русский

#### **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 14 ч.

-лабораторные: 26 ч.

в том числе практическая подготовка: 26 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Содержание и задачи курса, связь с другими предметами. Знакомство обучающихся с учебно-методическими материалами.

Краткое содержание темы. До обучающихся доводится информация о роли изучаемого курса в общей образовательной программе, какими знаниями необходимо обладать для успешного обучения, какие дисциплины из ранее изученных являются опорными для данного курса, какие перспективы открываются после успешного прохождения теоретического материала. Озвучиваются требования проведения лабораторных работ, допуска к зачету и правила его сдачи.

Тема 2. Основные понятия и принципы проектирования от цифровой модели к инженерным расчетам – этапы вычислительного эксперимента реализуемые в известных программных комплексах инженерного анализа.

Краткое содержание темы. Рассказывается об основных понятиях и принципах проектирования от цифровой модели к инженерным расчетам – этапы вычислительного эксперимента реализуемые в известных программных комплексах инженерного анализа.

Тема 3. Принципы построения и редактирования твердотельных моделей в SolidWorks, пригодных для проведения вычислительного эксперимента методом конечных элементов.

Краткое содержание темы. Правила работы с двумерным эскизом, методы создания твердотельной модели из эскиза, Булевы операции, реверсивный инжиниринг.

Тема 4. Правила создания и редактирования сборочных моделей в SolidWorks, пригодных для проведения вычислительного эксперимента методом конечных элементов.

Краткое содержание темы. Изучение алгоритма создания сборочных моделей из трехмерных деталей, сопряжения и методы оценки.

Тема 5. Этапы реализации метода конечных элементов в расчетах с использованием программного комплекса SolidWork Simulation.

Краткое содержание темы. Алгоритм проведения вычислительного эксперимента в программном комплексе, этапы реализации, особенности создания конечно-элементных сеток, задание свойств материалов, использование встроенных библиотек.

Тема 6. Особенности решения статических задач механики деформируемого твердого тела с использованием программного комплекса SolidWork Simulation.

Краткое содержание темы. Особенности приложения граничных условий, виды граничных условий, получение результата, анализ решения статических задач.

Тема 7. Особенности решения динамических задач механики деформируемого твердого тела с использованием программного комплекса SolidWork Simulation.

Краткое содержание темы. Особенности приложения граничных условий, виды граничных условий, получение результата, анализ решения динамических задач.

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

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Основное изучение теоретического материала происходит на лекциях с элементами мастер-классов, самостоятельное углублённое освоение изложенного на лекциях теоретического материала, закрепление и расширение полученных знаний производится с использованием указанной основной и дополнительной учебной и научной литературы.

Контроль формирования навыков выполнения расчетно-экспериментальных работ в области прикладной механики проводится при выполнении тестовых задач на лабораторных работах с использованием профессионального программного обеспечения мирового уровня для проведения инженерных и научных расчетов, подготовке и защите отчетов по лабораторным работам.

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 в восьмом семестре проводится в виде представления и защиты результатов индивидуальной работы, выполненной в течение лабораторного практикума.

Продолжительность зачета 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» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22391>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

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

а) основная литература:

1. Марченко Е.С., Козулин А.А., Ветрова А.В., Байгонакова Г.А. Моделирование напряженно-деформированного состояния при оценке механического поведения конструкций из никелида титана / Учеб.-метод. пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2021. 80 с.

2. Учайкин В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. – СПб. : Лань, 2016. – 860 с. – Режим доступа ЭБС Лань: <http://e.lanbook.com/book/87596>

3. Андреев В. И. Механика неоднородных тел : учебное пособие / В. И. Андреев ; Моск. гос. строит. ун-т - Нац. исслед. ун-т. – М. : Юрайт, 2015. – 254 с. – Режим доступа ЭБС Юрайт: <https://www.biblio-online.ru/book/3F97844B-D9D7-4995-84A7-03683495A972>

4. Тику Ш. Эффективная работа: SolidWorks 2006. – СПб.: Питер, 2007. – 720 с.

5. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. –

СПб.: БХВ - Петербург, 2012. — 448 с.

6. Большаков В. П., Бочков А. Л. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. — СПб.: Питер, 2013. — 304 с.

7. 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>

б) дополнительная литература:

1. Иосилевич Г. Б. Прикладная механика : [учебник для вузов] / Г. Б. Иосилевич, П. А. Лебедев, В. С. Стреляев. — М. : Альянс, 2013. — 574 с.

2. Андреев В. И. Механика неоднородных тел : учебное пособие / В. И. Андреев ; Моск. гос. строит. ун-т - Нац. исслед. ун-т. — М. : Юрайт, 2015. — 254 с. — Режим доступа ЭБС Юрайт: <https://www.biblio-online.ru/book/3F97844B-D9D7-4995-84A7-03683495A972>

3. Gatica G. N. A Simple Introduction to the Mixed Finite Element Method : Theory and Applications / / by Gabriel N. Gatica. // Springer eBooks, 2014. XII, 132 p. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-03695-3>

4. Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера : практическое руководство / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. — Изд. 4-е. — М. : ЛИБРОКОМ, 2013. — 269 с.

5. Волков К. Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. — М. : Физматлит, 2012. — 468 с. — Режим доступа ЭБС Лань: <http://e.lanbook.com/book/59637>

6. 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>

7. Кукуджанов В. Н. Численные методы в механике сплошных сред. Курс лекций : учебное пособие / В. Н. Кукуджанов. — М.: "МАТИ"-РГТУ, 2006. — 158 с.

в) ресурсы сети Интернет:

— открытый онлайн-курс «Метод конечных элементов»  
<https://stepik.org/course/57097/promo>

— Brenner S. C. The Mathematical Theory of Finite Element Methods / by Susanne C. Brenner, L. Ridgway Scott. // Springer eBooks, 2008. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-75934-0>

### 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/>

#### **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.

Учебные мультимедийные аудитории, вместимостью более 12 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, включающей монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i7-3500, DDR4 16 Mb, 500Gb), подключения: USB, audio, HDMI.

Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от рабочего места, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, мастерклассы, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов.

Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение: SolidWorks.

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

Козулин Александр Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент, каф. МДТТ ФТФ ТГУ, доцент.