

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

Теория пластичности и ползучести

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-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований;

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

ПК-3 Готов овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Знать современные проблемы и задачи прикладной механики, приоритетные направления научных и прикладных работ в области прикладной механики, подходы и методы формулировки критериев оценки решения задач в области прикладной механики

ИОПК 1.2 Уметь формулировать цели и задачи исследования при решении приоритетных задач прикладной механики, выбирать и создавать критерии оценки решений задач прикладной механики

ИОПК 1.3 Владеть навыками формулировки целей и задач исследования при решении приоритетных задач прикладной механики, выбирать и создавать критерии оценки решений задач прикладной механики

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 3.1 Знать современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по динамике, прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций

ИПК 3.2 Уметь овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций

ИПК 3.3 Уметь обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов

ИПК 3.4 Владеть навыками использования современных методов и средств проведения экспериментальных исследований, навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов

2. Задачи освоения дисциплины

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

– Научиться применять понятийный аппарат теории пластичности 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, является обязательной для изучения.

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 компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Механика композитов и композитных систем; Конструкционная прочность и ее физические основы; Материаловедение и технология материалов

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 14 ч.

-практические занятия: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Экспериментальные и физические основы неупругого деформирования.

Пластическое деформирование твердых тел. Предел текучести. Деформационное упрочнение. Остаточные деформации.

Физические механизмы пластического течения. Локализация пластических деформаций. Линии Людерса - Чернова. Идеальное упругопластическое тело.

Идеальное жесткопластическое тело.

Тема 2. Определяющие уравнения пластического материала.

Пространство напряжений. Критерий текучести и поверхность текучести. Критерии Треска и Мизеса. Пространство главных напряжений. Геометрическая интерпретация условий текучести. Условие полной пластичности. Влияние среднего напряжения на пластическое течение.

Упрочняющееся упругопластическое тело. Упрочняющееся жесткопластическое тело. Функция нагружения, поверхность нагружения. Параметры упрочнения.

Законы связи между напряженным и деформированным состояниями в теории течения. Принцип Мизеса. Постулат Друккера. Ассоциированный закон пластического течения.

Тема 3. Простейшие задачи теории пластичности.

Деформационные теории пластичности. Теория Генки. Теория малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина. Теорема о разгрузке. Метод упругих решений. Плоские задачи теории пластичности. Пластическое плоское деформированное состояние. Уравнения для напряжений и скоростей.

Тема 4. Задачи теории пластичности.

Статически определяемые и неопределяемые задачи. Характеристики. Свойства линий скольжения. Плоское напряженное состояние. Плоские упругопластические задачи теории идеальной пластичности. Двухосное растяжение толстой и тонкой пластин с круговым отверстием.

Тема 5. Экстремальные принципы теории пластичности.

Энергетические тождества. Дополнительные неравенства в теории пластичности. Минимальные свойства действительного поля скоростей. Минимальные свойства действительного поля напряжений. Кинематическая теорема о предельной нагрузке. Статическая теорема о предельной нагрузке.

Тема 6. Основы теории ползучести.

Нестационарная и стационарная ползучесть. Высокотемпературная ползучесть, контролируемая дислокационным скольжением и описываемая степенным законом. Ползучесть по Хаперу-Дорну. Нарушение степенного закона ползучести.

Тема 7. Численное решение задач теории пластичности средствами пакета WB ANSYS.

Задача о толстостенной трубе из упрочняющегося материала. Растяжение и кручение тонкостенной трубы. Толстостенная сферическая оболочка под действием давления. Изгиб балки. Цилиндрическая труба из упрочняющегося материала под действием давления.

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

Экзамен в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 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=24749>

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

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Зубчанинов В. Г. Механика процессов пластических сред / В. Г. Зубчанинов. – М. : Физматлит, 2010. – 352 с.
2. Коларов Д., Балтов А., Бончева Н. Механика пластических сред. М.: МИР, 1979. - 302 с.
3. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и

пластичности Учеб. для вузов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 416 с

4. Александров А. В., Потапов В. Д. Основы теории упругости и пластичности учебник для вузов Москва : Высш. шк., 1990. 400 с.

5. Аркулис Г.Э., Дорогобид В.Г. Теория пластичности, Изд-во: М.: Металлургия, 1987 г.; 352 с.

6. 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>

7.

б) дополнительная литература:

1. 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>

2. 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

3. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука. 1969. - 420 с.

4. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1975. 400 с.

5. Ивлев Д.Д., Быковцев Г.И. Теория упрочняющегося пластического тела. М.: Наука, 1971.-232 с.

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

7. Ильюшин А.А. Пластичность. Основы общей математической теории // М.: Изд-во АН СССР, 1963. -271 с.

8. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред. М.:Мир, 1976. - 464 с.

9. 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:

– <https://www.elibrary.ru>

– 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.

15. Информация о разработчиках

Скрипняк Владимир Владимирович, кандидат физико-математических наук, кафедры механики деформируемого твердого тела, доцент