

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

Физико-технический факультет



Ю.Н. Рыжих

20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Устойчивость деформируемых систем

по направлению подготовки

15.04.03 Прикладная механика

Направленность (профиль) подготовки :

Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.03.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

В.А. Скрипняк

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2022

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;

– 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 10.3 Владеть методикой разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей при решении 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 10.1 Знать современные физико-механические, математические и компьютерные модели при решении актуальных научно-технических задач в области прикладной механики.

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 методику определения устойчивости конструкций.

– Научиться применять понятийный аппарат теории устойчивости деформируемых конструкций при решении практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

Первый 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.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 18 ч.

-лабораторные: 22 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Понятие устойчивости, Точки бифуркации, предельные точки

Тема 2. Исследование устойчивости деформируемых систем с начальными несовершенствами

Тема 3. Устойчивость упругих стержней под действием сжимающей консервативной нагрузки

Тема 4. Влияние граничных условий на устойчивость деформируемых систем.

Тема 5. Устойчивость трехопорного стержня (индивидуальное задание)

Тема 6. Устойчивость стержня под действием следящей нагрузки.

Тема 7. Устойчивость стержня на упругом основании. Задачи термоустойчивости.

Тема 8. Устойчивость за пределами упругости

Тема 9. Устойчивость при комбинированном нагружении

Тема 10. Устойчивость пластин и оболочек

Тема 11. Устойчивость при нагрузках, величины которых зависят от перемещений

9. Текущий контроль по дисциплине

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

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой в первом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос для установления овладением ИОПК – 10.1, ИПК – 1.1, ИПК – 1.2 и две задачи для установления ИОПК – 10.2, ИОПК – 10.3, ИПК – 1.3, ИПК – 1.4, ИПК – 1.5. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Определение устойчивости движения по Ляпунову. Первый и второй методы Ляпунова.
2. Определение устойчивости по Пуассону и Лагранжу.
3. Первый метод Ляпунова, уравнения в вариациях.
4. Теорема Лагранжа-Дирихле и её применение к исследованию устойчивости положений равновесия консервативных механических систем.
5. Статическая бифуркация положений равновесия (бифуркация Эйлера). Условие трансверсальности. Закритическое поведение.
6. Динамическая бифуркация (бифуркация Пуанкаре – Андронова – Хопфа). Закритическое поведение. Примеры. Условие трансверсальности.

7. Неустойчивость стойки под действием следящей силы. (Задача Циглера). Парадокс Циглера.
8. Типы динамических систем. Уравнения движения в возмущениях.
9. Критерий Рауса – Гурвица и его применение.
10. Примеры динамических систем, теряющих устойчивость положений равновесия через динамическую бифуркацию.
11. Примеры динамических систем, теряющих устойчивость положений равновесия через статическую бифуркацию.

Примеры задач:

Задача 1.

Дано: Геометрические параметры и упругие характеристики материала стержней.

Определить: Общую и местную устойчивость стержней.

Задача 2.

Дано: Геометрические параметры и упругие характеристики материала пластины.

Определить: Устойчивость прямоугольной пластины при сжатии.

Задача 3.

Дано: Геометрические параметры и упругие характеристики материала пластины.

Определить: Устойчивость прямоугольной пластины при сдвиге.

Задача 4.

Дано: Геометрические параметры и упругие характеристики материала цилиндрической оболочки.

Определить: Устойчивость цилиндрической оболочки при сжатии.

Задача 5.

Дано: Геометрические параметры и упругие характеристики материала цилиндрической оболочки.

Определить: Устойчивость цилиндрической оболочки при кручении.

Задача 6.

Дано: Геометрические параметры и упругие характеристики материала цилиндрической оболочки.

Определить: Устойчивость цилиндрической оболочки при внешнем давлении.

Задача 7.

Дано: Геометрические параметры и упругие характеристики материала цилиндрической оболочки.

Определить: Устойчивость цилиндрической оболочки при совместном действии осевой сжимающей силы и внутреннего давления.

Задача 8.

Дано: Геометрические параметры и упругие характеристики материала сферической оболочки.

Определить: Устойчивость сферической оболочки при внешнем давлении.

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

| Оценка | Уровень владения темой |
|----------------------------|---|
| неудовлетворительно | <ul style="list-style-type: none"> ○ грубые ошибки в знании основных положений и понятий в области устойчивости деформируемых систем, направленности профессионального образования (прикладная механика); ○ отсутствие знаний основных положений устойчивости деформируемых систем, умения оперировать ими; ○ недостаточное владение научным стилем речи; ○ не умение защитить ответы на основные вопросы. |
| удовлетворительно | <ul style="list-style-type: none"> ○ удовлетворительные знания основных понятий в области устойчивости деформируемых систем, умение оперировать ими, умение оперировать ими, неточности знаний; ○ удовлетворительная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов устойчивости деформируемых систем, раскрытия темы; ○ посредственные ответы на вопросы. |
| хорошо | <ul style="list-style-type: none"> ○ хорошие знания основных положений в области устойчивости деформируемых систем, умение оперировать ими, демонстрируются единичные неточности; ○ достаточная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы, демонстрируются единичные неточности; ○ единичные (негрубые) стилистические и речевые погрешности; ○ умение защитить ответы на основные вопросы; ○ хорошее владение научным стилем речи |
| отлично | <ul style="list-style-type: none"> ○ глубокие знания основных понятий в области устойчивости деформируемых систем, умение оперировать ими; ○ высокую степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы; ○ отличное умение представить основные вопросы в научном контексте; ○ отличное владение научным стилем речи |

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22425> ;

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

в) Методические указания по проведению лабораторных работ;

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Вольмир, А. С. Устойчивость деформируемых систем в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / А. С. Вольмир. — 3-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 526 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06864-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473152> (дата обращения: 24.03.2022)

- Вольмир, А. С. Устойчивость деформируемых систем в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / А. С. Вольмир. — 3-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 480 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06867-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454397> (дата обращения: 24.03.2022).

б) дополнительная литература:

– Себешев В.Г. Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений: Учеб. пособие / В.Г. Себешев; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. (Сибстрин). — Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2004. — 84 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/>

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 оборудованная техническими средствами и имеющими выход в интернет.

15. Информация о разработчиках

Масловский Владислав Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра механики деформируемого твердого тела, доцент