

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

Устойчивость движения и теория колебаний

по направлению подготовки / специальности

16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер, инженер-разработчик

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Э.Р. Шрагер

Ю.Н. Рыжих

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, аргументировано защищать результаты выполненной работы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ООПК-6.1 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, способы обработки и представления данных, системы стандартизации и сертификации

ООПК-6.2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования

2. Задачи освоения дисциплины

– Овладение студентами основных методов исследования устойчивости движения автономных и неавтономных систем, приемами обеспечения устойчивости движения таких систем и построения колебательных систем с требуемыми параметрами.

– Приобретение основ фундаментальных знаний и представлений об устойчивости движения динамических систем, умение ставить теоретическую задачу, анализировать и выявлять параметры, необходимые для ее решения; применение полученных знаний для решения практических задач, связанных с профилем будущей специальности.

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 Компьютерное моделирование процессов в тепловых двигателях».

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

Пятый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Теоретическая механика», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическая физика».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 14 ч.

-практические занятия: 14 ч.

в том числе практическая подготовка: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Устойчивость механических, электрических, физических и других систем. Устойчивость экологических систем и влияние на нее человеческого общества. Основные определения математической теории устойчивости. Возмущенное движение. Составление уравнений возмущенного движения. определение устойчивости по Ляпунову. Функции Ляпунова. Критерий Сильвестра. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теоремы Ляпунова и Четаева о неустойчивости. Некоторые методы построения функций Ляпунова. Устойчивость по первому приближению автономных систем. Постановка задачи. Получение уравнений первого приближения. теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Критерий Гурвица. Критерий Рауса.

Тема 2. Устойчивость линейных автономных систем. Элементарные делители. Нормальная диагональная форма матрицы. Клетка Жордана. Нормальная функция Жордана. Канонические уравнения, их решения. Основные теоремы об устойчивости движения линейных систем. Влияние структуры сил на устойчивость движения. Классификация сил по их математической структуре. Коэффициенты устойчивости. Влияние диссипативных и гироскопических сил на устойчивость движения потенциальной системы. Теоремы Томсона и Тета. Устойчивость движения под действием только гироскопических и диссипативных сил. Движение под действием неконсервативных сил; потенциальных и неконсервативных сил. Устойчивость движения системы, находящейся под действием всех сил.

Тема 3. Устойчивость периодических движений. Функции Ляпунова для неавтономных систем. Обобщенный критерий Сильвестра. Основные теоремы прямого метода для неавтономных систем. Устойчивость линейных систем с периодическими коэффициентами. Уравнение Хилла. Устойчивость решений уравнения Хилла. Уравнение Матье. Устойчивость решений уравнения Матье. Зоны устойчивости. Параметрические колебания, параметрический резонанс.

Тема 4. Теория колебаний. Линейные колебания. Гармонический осциллятор, демпфирование, вынужденные колебания, резонанс. Нелинейные колебания. Метод Линстедта. Решение уравнения Дюффинга. Метод Ван-дер-Поля. Фазовый портрет. Собственные колебания в системах, близких к линейным. Метод Крылова-Боголюбова. Построение первого и второго приближений. Нелинейные системы с медленно меняющимися параметрами. Стационарные амплитуды и их устойчивость. Метод Пуанкаре. Исследование устойчивости решения. Понятие о многочастотных системах.

Практические занятия

1. Второй метод Ляпунова для установившихся движения (тема 1).
2. Критерии устойчивости по первому приближению для установившихся движений (тема 1).
3. Устойчивость линейных автономных систем. (тема 2)
4. Влияние структуры сил на устойчивость движения (тема 2).
5. Устойчивость периодических движений (тема 3).
6. Теория колебаний (тема 4).

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, решения задач, устный опрос по изученному материалу, выполнения домашних 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

Зачет в пятом семестре проводится в устной форме. 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/eduor/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22364>

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Малкин И. Г. Методы Ляпунова и Пуанкаре в теории нелинейных колебаний / И. Г. Малкин. – Изд. 4-е. – М.: Ленанд, 2014. – 243 с.

2. Скубов Д. Ю. Основы теории нелинейных колебаний: учебное пособие / Д. Ю. Скубов. – СПб. [и др.]: Лань, 2013. – 311 с. – Режим доступа ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/30203#book_name

3. Гуськов А.М., Яреско С.В. Анализ колебаний консервативных нелинейных систем с одной степенью свободы. Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. 41 с.

4. Алдошин Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний: [учебное пособие] / Г. Т. Алдошин. – Изд. 2-е, стер. – СПб. [и др.]: Лань, 2013. – 311 с. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4640

б) дополнительная литература:

1. Авраменко А.А. Теория нелинейных колебаний. Учебное пособие. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет. 2010. 96 с.

2. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. М.: ЛИБРОКОМ. 2014. 223 с.

3. Романовский Р.К., Стратилатова Е.Н. Элементы математической теории устойчивости. Учебное пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ. 2009. 75 с.

4. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения. -М.: Наука, 1966.

в) ресурсы сети Интернет:

– Общероссийская Сеть Консультант Плюс Справочная правовая система.

<http://www.consultant.ru>

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);

– 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 практического 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

Усанина Анна Сергеевна, канд. физ.-мат. наук, доцент каф. динамики полета ФТФ.