

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

**Аналитическая динамика и теория колебаний**

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:

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований.

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.

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

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерных технологий для их решения

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

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

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Приобрести знания классических методов аналитической динамики и теории колебаний.

– Научиться применять полученные знания для выполнения расчетно-экспериментальных работ в 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, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

#### **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: математический анализ, линейная алгебра, аналитическая геометрия, физика, основам вариационного исчисления, теоретической механике.

#### **6. Язык реализации**

Русский

#### **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 14 ч.

-лабораторные: 28 ч.

в том числе практическая подготовка: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Основные положения аналитической механики. Основные понятия. Типы механических систем и связей. Возможные и виртуальные перемещения. Идеальные связи.

Тема 2. Лагранжева механика. Степени свободы механической системы. Независимые и обобщенные координаты. Обобщенные силы и потенциальная энергия. Кинетическая энергия.

Тема 3. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Функция Лагранжа. Действие по Гамильтону. Уравнения Лагранжа второго рода — уравнение движения в обобщенных координатах. Теорема об изменении полной энергии. Консервативные системы. Гироскопические и диссипативные силы. Диссипативная функция Рэлея.

Тема 4. Гамильтонова механика. Переменные, функция и уравнения Гамильтона. Вторая форма принципа Гамильтона. Фазовое пространство и фазовая жидкость. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема. Интегральные инварианты. Теорема сохранения энергии как следствие канонических уравнений. Преобразования координат как метод решения задач механики. Канонические преобразования. Интегрируемость гамильтоновых систем.

Тема 5. Консервативные колебательные системы. Составление механической модели (расчетной схемы). Свободные колебания линейной консервативной системы. Вынужденные колебания линейной системы без трения.

Тема 6. Неконсервативные колебательные системы. Затухание свободных колебаний. Вынужденные колебания систем при линейном вязком трении. Вынужденные колебания систем с трением, отличным от линейного вязкого.

Тема 7. Колебания систем с конечным числом степеней свободы. Свободные (собственные) колебания. Вынужденные колебания системы без трения. Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов и контрольных работ по лекционному материалу 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**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в восьмом семестре в форме зачёта и предусматривает ответы на три контрольных вопроса из разных разделов теоретического материала. 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=24740>

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

в) Смолин И.Ю., Каракулов В.В. Аналитическая динамика и теория колебаний: учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет, 2012. – 172 с.

г) Смолин И.Ю., Каракулов В.В., Буякова С.П., Смолин А.Ю. Основы аналитической динамики и теории колебаний: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 179 с.

д) Смолин И.Ю., Каракулов В.В. Основы аналитической динамики и теории колебаний: учебно-методический комплекс. - Томск: Томский государственный университет. 2011. 1 CD - 86 с. Зарегистрирован в Информрегистре № 0321204528.

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

а) основная литература:

– Уиттекер Э.Т. Аналитическая динамика. — М. : Едиториал УРСС, 2010. — 504 с.  
– Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. — Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2009. — 416 с.

– Яблонский А.А., Норейко С.С. Курс теории колебаний: Учебное пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 336 с.

– Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. — СПб. : Лань, 2005. — 440 с.

– Бабаков И.М. Теория колебаний. — М. : Дрофа, 2004. — 592 с.

– Жуковский Н.Е. Аналитическая механика. — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 270с.

– Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике — М.: Физматлит, 2001. — 264 с.

б) дополнительная литература:

– Высоковский Д.А., Хрджиянц И.Ф., Шумейко В.И. Краткий курс аналитической механики. — Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2003. — 136 с.

– Ильин М.М., Колесников К.С., Саратов Ю.С. Теория колебаний. — М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. — 271 с.

– Горяченко В.Д. Элементы теории колебаний. — М.: Высшая школа, 2001.— 396с.

– Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. — Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. — 560 с.

- в) ресурсы сети Интернет:
- открытые онлайн-курсы
  - <http://fcior.edu.ru/> - федеральный центр информационно-образовательных ресурсов
  - <http://window.edu.ru/window> - федеральный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
  - <http://school-collection.edu.ru> – федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов».
  - Общероссийская Сеть КонсультантПлюс 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 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 Юпайт – <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.

Учебная лаборатория кафедры прочности и проектирования, оснащённая компьютерной техникой и доступом к сети Интернет.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

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

Каракулов Валерий Владимирович, к.ф.-м.н., доцент, кафедра прочности и проектирования ФТФ ТГУ, доцент.