

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан ММФ ТГУ
Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Устойчивость и управление движением

по направлению подготовки

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки:

**Основы научно-исследовательской деятельности в области механики и
математического моделирования**

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики как для использования в профессиональной деятельности, так и для консультирования.

ОПК-8 Способен использовать в педагогической деятельности научные знания в сфере математики, механики, компьютерных наук и информатики.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Демонстрирует навыки работы с профессиональной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам

ИОПК 1.2 Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин

ИОПК 1.3 Владеет фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук

ИОПК 8.1 Демонстрирует способность подготовить конспект или план занятия по теме из области математики, механики, компьютерных наук или информатики.

ИОПК 8.2 Выбирает подходящие источники информации для подготовки конспекта или плана занятия по выбранной теме.

2. Задачи освоения дисциплины

Задача 1: Студент будет обладать знаниями основных понятий, представлений, теорем и методов по разделам «Общая теория устойчивости», «Гидродинамическая устойчивость и модели турбулентности», «Управление движением».

Задача 2: Студент будет способен выбирать учебные и научные источники информации по разделам дисциплины.

Задача 3: Студент будет способен применить модели и методы, изучаемых в дисциплине, в рамках своего научного исследования.

Задача 4: Студент будет способен выбрать образовательный комплекс в открытом доступе (онлайн курс, интерактивный учебник и т.п.) по выбранной теме из области математики, механики, компьютерных наук и информатики.

Задача 5. Студент будет способен подготовить конспект и рекомендации по освоению выбранного образовательного комплекса.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Седьмой семестр, зачет

Восьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Аналитическая механика, Уравнения математической физики, Механика сплошных сред.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Раздел 1. Общая теория устойчивости

Тема 1. Проблема устойчивости, постановка задачи устойчивости по Ляпунову

Тема 2. Фазовые пространства

Тема 3. Уравнения возмущенного движения, уравнения первого приближения, функции Ляпунова

Тема 4. Критерии устойчивости

Тема 5. Теоремы об устойчивости движения

Тема 6. Теоремы о неустойчивости движения

Тема 7. Устойчивость линейных автономных систем

Тема 8. Устойчивость неавтономных систем

Раздел 2. Гидродинамическая устойчивость и модели турбулентности

Тема 1. Ламинарные и турбулентные течения, уравнение Навье-Стокса, опыты Рейнольдса

Тема 2. Устойчивость ламинарных течений, Устойчивость течения Пуазейля. Уравнение Орра-Зоммерфельда.

Тема 3. Переходные явления в пограничном слое

Тема 4. Модели турбулентности

Тема 5. Модели Буссинеска, Спаларта-Алмараса

Тема 6. Уравнения Рейнольдса осредненного турбулентного движения. Модель RANS

Тема 7. Семейство двухпараметрических моделей турбулентности

Тема 8. Методы LES и DES, прямое численное моделирование DNS-метод

Раздел 3. Управление движением

Тема 1. Управляемые динамические системы

Тема 2. Математическая модель управляемого движущегося объекта или системы.

Тема 3. Управление в отклонениях, понятие о следящей системе

Тема 4. Управления движением различных систем в механике, физике, биологии и экономике

Тема 5. Подбор и прохождение МООК по тематике, связанной с курсом Устойчивость и управление движением

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения коллоквиумов, выполнения индивидуальных заданий, подготовке конспекта по выбранному образовательному комплексу и выбранной в нем теме (в 8 семестре) и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Баллы накапливаются в ходе написания коллоквиумов и выполнения индивидуальных заданий. К каждому заданию и коллоквиуму разработаны отдельные критерии оценивания.

В конце каждого из 3 разделов дисциплины студенты пишут коллоквиум, который максимально оценивается в 30 баллов. Система оценки ответов на вопросы в коллоквиуме

идентична для всех трех коллоквиумов. Первые шесть вопросов в коллоквиуме оцениваются по 1 баллу за каждый правильный ответ. Вопросы с 7 по 12 оцениваются в зависимости от полноты ответа на вопрос до 3 или 5 баллов. Коллоквиумы позволяют оценить формируемые компетенции ИОПК 1.2 и ИОПК 1.3 по соответствующим разделам.

Индивидуальное задание №1: Темы научной работы.

Целью этого задания является получение преподавателем представлений о выбранных студентами направлениях научной деятельности и учет этого в процессе чтения курса. Студент должен в указанный срок заполнить форму, в которой он указывает фамилию руководителя, тему курсовой работы, выполненную на третьем курсе, и по возможности тему бакалаврской работы, если она уже обсуждалась с руководителем.

Задание оценивается в два балла. Один балл студент получает за выполнение задания и второй балл, если делает это в срок, указанный преподавателем.

Индивидуальное задание №2: Критерии устойчивости

Формируемые индикаторы – ИОПК 1.1, ИОПК 1.3

Целью индивидуального задания №2 является подготовка блока информации на тему "Критерии устойчивости" с целью комплексной оценки умения студентов находить и использовать материал в рамках раздела "Общая теория устойчивости". Перечень критериев: Критерий Найквиста-Михайлова, Критерий Гурвица, Критерий Рауса. Для успешного прохождения задания необходимо:

1. Воспользоваться доступными источниками информации.
2. Подготовить презентацию или конспект.
3. Выложить презентацию или конспект в созданный элемент на платформе modle.tsu до истечения срока, указанного преподавателем.

Критерии оценивания И.З. №2:

	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
Работа сдана	Позже срока	В срок	-	-
Использованные источники	Нет данных	Приведены один или два источника	Приведены три и более	-
Логика изложения материала	Отсутствует	Нарушается в ходе представления материала	Материал представлен логично	-
Формулировка критерия	-	Представлен только критерий	Представлен критерий и описание	Представлен критерий, его описание и примеры использования

Индивидуальное задание №3: Отчет по научной англоязычной статье, связанной с курсом «Устойчивость и управление движением».

Формируемые индикаторы – ИОПК 1.1

Целью задания является подготовка отчета по выбранной научной англоязычной статье, в которой описано использование какой-либо модели турбулентности с целью комплексной оценки умения студентов находить и перерабатывать материал в рамках раздела "Гидродинамическая устойчивость и модели турбулентности". Работы будут оцениваться на основе отчета и беседы со студентом по статье. Для успешного прохождения задания необходимо:

1. Воспользоваться доступными источниками информации для поиска подходящей статьи.

2. Подготовить отчет по структуре соответствующий найденной статье (структура отчета должна совпадать со структурой статьи, но отчет не должен быть простым переводом, необходимо коротко сформулировать описанное в разделах статьи на русском языке)

3. Выложить найденную статью (в формате ПДФ) и отчет в специально созданный элемент Индивидуальное задание №3 в курсе на платформе moodle.tsu до указанной преподавателем даты.

Критерии оценивания И.З. №3:

	0 баллов	1 балл	2 балла
Работа сдана	Позже срока	В срок	-
Использованные источники	Нет данных	Приведены один или два источника	Приведены три и более
Логика изложения материала	Отсутствует	Нарушается в ходе представления материала	Материал представлен логично

Индивидуальное задание №4: Эссе на открытый онлайн курс по выбору студента, в соответствии с выбранной им областью, имеющей связь с курсом Устойчивость и управление движением.

Формируемые индикаторы – ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 8.1, ИОПК 8.2

Цель задания состоит в вовлечении студентов в процесс подбора интересных и полезных источников информации для обеспечения учебной дисциплины, на примере дисциплины Устойчивость и управление движением. Студенту необходимо самостоятельно найти Массовый Открытый Онлайн Курс(МООК), тематика которого позволяет лучше понять любую тему из курса «Устойчивость и управление движением» или же помогающий в выполнении научных изысканий по тематике его выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению Механика и математическое моделирование. Курс следует полностью пройти, подготовить конспект по курсу, а после этого написать эссе, объемом 1-2 листа А4, в котором развернуто (обоснованно и, по возможности, с примерами) излагаются причины, по которым студент считает, что данный МООК будет полезен для освоения учебной дисциплины или написания ВКР. Кроме того, студенту следует (желательно подробно) описать возникшие при прохождении сложности, попытаться их проанализировать и предложить варианты, как эти сложности можно решить.

Критерии оценивания И.З. №4:

	Критерий оценивания	Баллы	Расшифровка
1	Аргументация полезности курса	1-9	Оценивается степень аргументации и описания причин, по которым студент рекомендует данный МООК для освоения.
2	Описание сложностей	1-3	Оценивается глубина рефлексии (самостоятельного обдумывания возникших трудностей и их причин) процесса прохождения курса
3	Анализ и проработка решения описанных сложностей	1-3	Оценивается оригинальность и удачность предложенных решений
	Всего:	15	

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в седьмом семестре студент получается согласно рейтингу и набранным в семестре баллам. Проверяемые индикаторы компетенций - ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3 в части разделов 1 и 2.

Экзамен по курсу проводится в 8 семестре. Проверяемые индикаторы компетенций - ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3 по всему материалу дисциплины. Студенту предлагается два варианта сдачи экзамена:

- Первый вариант представляет собой классический экзамен, студент получает случайный билет с тремя вопросами, в течении 45 минут готовит ответ, без использования дополнительных материалов, затем отвечает на вопросы экзаменатора. Экзаменатор имеет право задать студенту до 3 дополнительных вопросов по курсу. Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, где каждый балл это уверенный ответ на один из вопросов билета. В случае отсутствия уверенного ответа на основной вопрос, дополнительный вопрос дает студенту возможность заработать половину балла. Например – студент дал уверенные ответы на 1ый и 3ий вопросы билета, с ответом на 2ой вопрос он испытывает затруднения, но уверенно ответив на два дополнительных вопроса он получает последний балл, необходимый для оценки «отлично». В случае небольших затруднений при ответе на все 3 основных вопроса, но уверенных ответах на все дополнительные вопросы студент получит оценку «хорошо». Уверенный ответ на один из вопросов билета и уверенные ответы на дополнительные вопросы означают, что студент может взять второй билет и повторить попытку ответа или получить оценку «удовлетворительно». Отсутствие каких-либо попыток ответить на вопросы билета не считается затруднениями, а студенту ставится оценка «неудовлетворительно».

- Второй вариант представляет собой экзамен для студентов, показавших высокий уровень ответственного отношения к учебе и отличные успехи в самостоятельном изучении представленных материалов в течении учебного года. Студентам предлагается самостоятельно выбрать тему, связанную с содержанием курса «Устойчивость и управление движением», до прихода на экзамен подготовить опорный конспект на чистых листах А4 и прийти с ними на экзамен. Ответом будет дискуссия с экзаменатором по выбранной теме, причем вопросы экзаменатора могут быть заданы как на глубину понимания выбранной темы, так и на широту знаний студента. В ходе дискуссии экзаменатор имеет право задать студенту любое количество дополнительных вопросов по выбранной теме. Итоговая оценка представляет собой субъективное мнение экзаменатора, но не может быть ниже оценки «удовлетворительно»

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»:

<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=13192> – 7 семестр,

<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=13193> – 8 семестр.

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

Порядок и методика оценивания по дисциплине изложены в пунктах 10 и 11, банк заданий для проверки сформирован отдельным файлом в УМКД и дублирован в системе moodle.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения. М. Гос. изд. тех. теор. лит. 1952.

2. Линь Цзяо – Цзяо. Теория гидродинамической устойчивости. Изд. Иност. Лит. 1958. 194с.
3. Меркин Д.Р. Введение в теорию устойчивости движения. М. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1976. 320с

б) дополнительная литература:

1. Гершуни Г.З., Жуковицкий Е.М., Непомнящий А.А. Устойчивость конвективных течений. М. Наука. 1989. 320с.
2. Дразин Ф. Введение в теорию гидродинамической устойчивости / Пер. с англ. Г.Г. Цыпкина; Под ред. А.Т. Ильичева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 288 с.
3. Ногин В.Д. Теория устойчивости движения (учебное пособие). СПбГУ. 2008.
4. Безгласный С.П. Стабилизация и управление движением динамических систем (электронное учебное пособие). Самара. 2010.
5. Математическое моделирование живых систем: [учеб. пособие] / под общ.ред. О.Э. Соловьевой; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал, федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2013. – 328 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- <https://ocw.mit.edu/index.htm> – сайт открытых курсов MIT
- <https://www.cfd-online.com> – сайт по вычислительной гидродинамике открытые онлайн-курсы

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>

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

Тарасов Егор Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической механики.