

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Л. В. Гензе

Оценочные материалы по дисциплине

Устойчивость и управление движением

по направлению подготовки / специальности

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Теоретическая, вычислительная и экспериментальная механика

Форма обучения

Очная

Квалификация

Механик. Преподаватель физико-математических дисциплин

Год приема

2024, 2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Л.В. Гензе

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

Томск – 2024

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и механики в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает типовые постановки задач математики и механики, классические методы решения, теоретические основы методов и границы их применимости

РООПК-1.2 Способен адаптировать известные математические методы для решения поставленной задачи в области математики и механики

РООПК-1.3 Способен провести решение поставленной задачи в области математики и механики с использованием полученных фундаментальных знаний и получить результат

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- вопросы коллоквиумов;
- индивидуальные задания;

В конце каждого из 2 разделов дисциплины студенты пишут коллоквиум, который максимально оценивается в 30 баллов. Система оценки ответов на вопросы в коллоквиуме идентична для всех 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 РООПК-1.1 по соответствующим разделам.

Примеры вариантов коллоквиума:

Коллоквиум по теме «Общая теория устойчивости»

Вариант 1.

Вопрос №1.

Какой критерий устойчивости не является алгебраическим?

- а) кр. Гурвица б) кр. Рауса в) кр. Найквиста-Михайлова г) кр. Сильвестра

Вопрос №2.

Кто показал, что требования, налагаемые на функцию Ляпунова и её производные для Теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости, могут быть ослаблены:

- а) Колмогоров б) сам Ляпунов в) Четаев г) Красовский

Вопрос №3.

Неустойчивое равновесие связано с:

- а) областью локального максимума потенциальной энергии
б) областью, где потенциальная энергия не варьируется
в) областью локального минимума потенциальной энергии

Вопрос №4.

Выберите правильное утверждение:

- а) Равновесие системы с несколькими степенями свободы будет устойчиво, если оно устойчиво хотя бы по одному направлению (оси \ вещественной переменной)
б) Равновесие системы с несколькими степенями свободы устойчиво только в случае устойчивости по всем направлениям.
в) Равновесие системы с несколькими степенями свободы устойчиво в случае, когда все вещественные переменные, связанные с макропараметрами системы устойчивы при любых временах t .

Вопрос №5.

Функция Ляпунова вида $V = 3x_1^4 + 7x_2^2$ является:

- а) Определенно-положительной б) Определенно-отрицательной
в) Знакопеременной г) Знакопостоянной отрицательной

Вопрос №6.

«Отец-основатель» общей теории устойчивости

а) Красовский б) Ляпунов в) Лагранж г) Максвелл

Вопрос №7.

Что такое фазовое пространство (определение, применимое в математике и физике)?

Вопрос №8.

Сформулируйте понятие механического равновесия тела.

Вопрос №9.

Что такое изображающая точка M0? Связь с изучаемой на устойчивость динамической системой.

Вопрос №10.

Сформулируйте разницу между понятиями устойчивости и асимптотической устойчивости.

Вопрос №11.

Физический смысл траектории гамма в n-мерном фазовом пространстве

Вопрос №12.

Что изучает общая теория устойчивости?

Коллоквиум по теме «Управление движением динамических систем»**Вопрос №1.**

Что такое $\{y_c(t); u_c(t); t \in [t_0, \infty)\}$.

а) Стационарный управляемый процесс, б) Решение задачи слежения, в) Процесс движения

Вопрос №2.

Приведите три примера движущейся динамической системы:

Вопрос №3.

Как в рамках курса мы обозначали реальное движение?

а) $y(t)$ б) $y''(t)$ в) $y^c(t)$

Вопрос №4.

Выберите правильное утверждение:

- а) Система позиционного автоматического управления работает только с влиянием возмущающих внешних сил и моментов
- б) Выбор программного управляемого процесса первичен по отношению к выбору позиционного управления
- в) Первичная информация нужна для выбора программного управляемого процесса

Вопрос №5.

Что такое $P_{II} = \{x_{II}(t); s_{II}(t) \equiv s_{II}; t \in [t_0, t_1)\}$.

а) Программный процесс, б) Процесс управления, в) Процесс слежения

Вопрос №6.

В рамках рассмотрения математической модели управления ростом биомассы была получена система вида:

$$\begin{cases} \dot{x} = (\mu(s) - u)x, \\ \dot{s} = -K_1\mu(s)x + (\sin - s)u, \\ z = K_2\mu(s)x. \end{cases}$$

За что отвечает третье уравнение

а) Первичная информация б) Скорость роста биомассы в) Управление ростом биомассы

Вопрос №7.

Какие два процесса имеют место при рассмотрении управляемой динамической системы?

Вопрос №8.

За что отвечает позиционное управление?

Вопрос №9.

Приведите формулу расчета текущих отклонений системы $x(t)$ для движущейся динамической системы

Вопрос №10.

Что такое обратная связь?

Вопрос №11.

Что такое программное движение?

Вопрос №12.

Изобразите простейшую управляемую динамическую систему в виде блок-схемы с пояснениями

2.2 Индивидуальные задания

Индивидуальное задание №1: Отчет по научной англоязычной статье, связанной с курсом «Устойчивость и управление движением».

Формируемые индикаторы – РООПК 1.3

Целью задания является подготовка отчета по реализации задачи управления движением из выбранной научной англоязычной статьи, в которой такая задача была представлена с целью комплексной оценки умения студентов находить, перерабатывать и реализовывать решения по имеющемуся материалу в рамках раздела "Управление движением". 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. Реализовать задачу и её решение на любом языке программирования или с использованием вычислительных пакетов.
3. Подготовить отчет по проделанной работе.
4. Выложить найденную статью (в формате ПДФ) и отчет в специально созданный элемент Индивидуальное задание №1 в курсе на платформе lms.tsu до указанной преподавателем даты.

Критерии оценивания И.З. №1:

	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
	0 баллов	5 баллов	10 баллов
Реализация	Отсутствует	Приведена реализация задачи, но возникли сложности с получением результатов	Задача реализована и проанализированы результаты

3. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

3.1 Зачет

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

Таблица 1. Перевод баллов в оценку в 8 семестре

№	Баллы	Оценка
1	0-24	Незачтено
2	25+	Зачтено

Вопросы к зачету

Вопросы по теме «Общая теория устойчивости»

- 1.1 Типы равновесия механических и термодинамических систем, связь с потенциальной энергией системы и устойчивостью, равновесие систем с n степенями свободы
- 1.2 Проблема устойчивости.
- 1.3 Фазовое пространство, изображающая точка, связь с механическими системами.
- 1.4 Постановка задачи об устойчивости по Ляпунову, функции Ляпунова.
- 1.5 Теорема Ляпунова об устойчивости движения.
- 1.6 Теорема Барбашина – Красовского.
- 1.7 Критерии устойчивости, алгебраические, частотные.
- 1.8 Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости.
- 1.9 Теорема Четаева.
- 1.10 Критерий Рауса-Гурвица и метод D-разбиений

3.2 Экзамен

Экзамен по курсу Устойчивость и управление движением представляет собой итоговую (промежуточную) аттестацию. Экзамен по курсу проводится в 9 семестре. Проверяемые индикаторы компетенций - РООПК-1.1, 1.2, 1.3 по всему материалу дисциплины. Студенту предлагается два варианта сдачи экзамена:

- Первый вариант представляет собой классический экзамен, студент получает случайный билет с двумя 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 и уверенный ответ на дополнительный вопрос. В случае отсутствия уверенного ответа на основной вопрос, дополнительные вопросы дает студенту возможность заработать половину балла. Например – студент дал уверенный ответ на 1ый вопрос билета, с ответом на 2ой вопрос он испытывает затруднения, но уверенно ответив на три дополнительных вопроса он получает баллы, необходимые для оценки «отлично». В случае затруднений при ответе на 2 основных вопроса, но уверенных ответах на все дополнительные вопросы студент получит оценку «хорошо». Неуверенный ответ на вопросы билета и неуверенные 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»

Билеты на экзамен
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 1

1. Теорема Ляпунова об устойчивости движения.
2. Задача слежения.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 2

1. Теорема Барбашина – Красовского.
2. Проблема управления движением динамических систем.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 3

1. Проблема устойчивости.
2. Управляемая динамическая система, понятие обратной связи.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 4

1. Фазовое пространство, изображающая точка, связь с механическими системами.
2. Построение программного управления для маятника.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 5

1. Типы равновесия механических и термодинамических систем, связь с потенциальной энергией системы и устойчивостью, равновесие систем с n степенями свободы
2. Управления движением различных систем в механике, физике, биологии и экономике

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 6

1. Постановка задачи об устойчивости по Ляпунову, функции Ляпунова.
2. Два уровня управления движением динамических систем.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 7

1. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости.
2. Управляемость. Критерий управляемости для стационарных управляемых систем.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 8

1. Критерий Гурвица.
2. Наблюдаемость. Критерий наблюдаемости стационарных систем.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 9

1. Критерии устойчивости, алгебраические, частотные.
2. Декомпозиция по управлению. Инвариантные управляемые подпространства.
Декомпозиция по наблюдению. Инвариантные ненаблюдаемые подпространства.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет
Теория устойчивости и управление движением

Билет № 10

1. Теорема Четаева.
2. Стабилизация стационарной не вполне управляемой и не вполне наблюдаемой системы.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Аттестация по дисциплине проводится в 9 семестре, проверка остаточных знаний не подразумевается по причине близости завершения обучения.

Информация о разработчиках

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