

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

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФТФ

Ю.Н. Рыжих

06 / 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Динамика и управление роботов

по направлению подготовки

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) подготовки :
Моделирование робототехнических систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Г.Р. Шрагер

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-11 – Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем;
- ПК-1 – Способность и готовность разрабатывать математические модели составных частей объектов профессиональной деятельности методами теории автоматического управления.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 11.1 Знать алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.

ИОПК 11.2 Уметь организовать, разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.

ИОПК 11.3 Иметь навыки организации, разработки и применения алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.

ИПК 1.1 Знать принципы построения моделей математического описания составных частей мехатронных и робототехнических систем (информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных элементов и средств вычислительной техники).

ИПК 1.2 Уметь реализовывать модели средствами вычислительной техники и определять характеристики объектов профессиональной деятельности по разработанным моделям.

ИПК 1.3 Иметь навыки применения методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации в области машиностроения.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования разрабатываемых робототехнических систем и устройств и уметь формулировать основные принципы аналитической динамики робототехнических систем.

– Научиться применять понятийный аппарат кинематики и динамики управляемых робототехнических систем для решения комплекса практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Первый семестр, экзамен

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 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Проблемы обучения и адаптации роботов. Управление роботами в нестационарных и неопределенных условиях.

Тема 2. Аналитическая механика роботов. Количество движения и его проекция. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Статика несвободной системы.

Тема 3. Классификация связей. Возможные перемещения системы. Принцип освобожденности. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Понятие о теоремах Ляпунова.

Тема 4. Вариационные принципы динамики. Динамический принцип возможных перемещений. Принцип наименьшего принуждения. Принцип Даламбера-Лагранжа.

Тема 5. Принцип стационарного действия Якоби. Принцип Гамильтона-Остроградского. Уравнения Лагранжа, Гамильтона-Якоби для функции S.

Тема 6. Кинематика и динамика роботов. Обобщенные координаты и пространство конфигураций. Основная и локальная системы координат. Вычисление кинематических характеристик. Матрица кинематических характеристик.

Тема 7. Элементы матрицы кинематических характеристик. Динамика исполнительных механизмов. Голономные связи и активные силы. Внутренние и внешние силы. Уравнения динамики манипуляционных механизмов.

Тема 8. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов. Обобщенная динамическая модель робота.

9. Текущий контроль по дисциплине

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

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций:

Темы рефератов

1. Кинематика и динамика роботов. Обобщенные координаты и пространство конфигураций. Основная и локальная системы координат.

2. Вычисление кинематических характеристик

3. Матрица кинематических характеристик. Элементы матрицы кинематических характеристик.

4. Динамика исполнительных механизмов. Голономные связи и активные силы. Внутренние и внешние силы.

5. Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями.
6. Управление роботами в нестационарных и неопределенных условиях.
7. Две меры механического движения. Количество движения и его проекция.
8. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Потенциальная и кинетическая энергия.
9. Классификация связей. Возможные перемещения системы. Число степеней свободы. Принцип освобождаемости. Идеальные связи.
10. Принцип возможных перемещений. Устойчивость равновесия системы. Теорема Лагранжа-Дирихле.
11. Понятие о теоремах Ляпунова.
12. Вариационные принципы динамики. Основные понятия и определения.
13. Принцип и уравнения Даламбера-Лагранжа.
14. Уравнения динамики манипуляционных механизмов.
15. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов.
16. Динамика приводов.
17. Обобщенная динамическая модель робота.

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Образцы контрольных билетов.

Билет №1.

1. Две меры механического движения. Количество движения и его проекция.
2. Принцип наименьшего принуждения. Принцип прямейшего пути.

Билет №2.

1. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси.
2. Принцип Стационарного действия Мопертюи.

Билет №3.

1. Классификация связей.
2. Принцип стационарного действия Якоби

Билет №4.

1. Классификация связей. Возможные перемещения системы
2. Принцип Гамильтона-Остроградского

Билет №5.

1. Число степеней свободы. Принцип освобождаемости
2. Уравнения Лагранжа, Гамильтона-Якоби для функции S

Билет №6.

1. Теорема Лагранжа-Дирихле.
2. Обобщенные координаты и пространство конфигураций.

Билет №7.

1. Понятие о теоремах Ляпунова
2. Основная и локальная системы координат

Билет №8.

1. Вариационные принципы динамики. Основные понятия и определения

2. Матрица кинематических характеристик. Элементы матрицы кинематических характеристик

Билет №9.

1. Динамический принцип возможных перемещений
2. Динамика исполнительных механизмов. Голономные связи и активные силы

Билет №10.

1. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов
2. Принцип Даламбера-Лагранжа.

На основе содержания курса, по каждому из разделов сформулированы вопросы, обсуждаемые в ходе работы с преподавателем. Уровень подготовки обучающегося и его оценка выявляются в результате собеседований. В основе итоговой оценки лежит качество освоения разделов дисциплины с учётом степени активности каждого слушателя в ходе проведения семинаров.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Уровень	Качество ответов при собеседовании	Оценка
1	Не ответил на вопросы или не явился на экзамен	неудовлетворительно
2	Фрагментарные ответы на основные и дополнительные вопросы. Оценка выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.	неудовлетворительно
3	Формальные ответы на основные вопросы, слабое понимание физической сути при ответах на дополнительные вопросы. Оценка выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирующему базовые понятия, допустившему неточности в построении физической модели или ее программной реализации	удовлетворительно
4	Ответы на основные вопросы с замечаниями. Имеются разного уровня замечания по дополнительным вопросам. Оценка выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, но допускающему не критичные неточности в построении модели.	хорошо
5	Ответы на основные и дополнительные вопросы без существенных замечаний. Оценка выставляется студенту, способному самостоятельно принимать решения, оценивать их эффективность, обосновывать принятые решения и реализовывать их с помощью информационных технологий	отлично

Вопросы самоконтроля знаний.

1. Классификация управляющих систем роботов.
2. Управление роботами в нестационарных и неопределенных условиях.
3. Две меры механического движения. Количество движения и его проекция.
4. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Потенциальная и кинетическая энергия.
5. Классификация связей.
6. Возможные перемещения системы.
7. Число степеней свободы. Принцип освобождаемости.
8. Идеальные связи.
9. Принцип возможных перемещений.
10. Устойчивость равновесия системы.
11. Теорема Лагранжа-Дирихле.
12. Понятие о теоремах Ляпунова.
13. Вариационные принципы динамики. Основные понятия и определения.
14. Динамический принцип возможных перемещений.
15. Принцип наименьшего принуждения. Принцип прямейшего пути.
16. Принцип Даламбера-Лагранжа.
17. Принцип Стационарного действия Мопертюи.
18. Принцип стационарного действия Якоби.
19. Принцип Гамильтона-Остроградского.
20. Уравнения Лагранжа, Гамильтона-Якоби для функции S.
21. Кинематика и динамика роботов. Обобщенные координаты и пространство конфигураций.
22. Основная и локальная системы координат.
23. Вычисление кинематических характеристик.
24. Матрица кинематических характеристик. Элементы матрицы кинематических характеристик.
25. Динамика исполнительных механизмов. Голономные связи и активные силы. Внутренние и внешние силы.
26. Принцип и уравнения Даламбера-Лагранжа.
27. Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями.
28. Уравнения динамики манипуляционных механизмов.
29. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов.
30. Динамика приводов.
31. Обобщенная динамическая модель робота.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Основы теории управления: Учебное пособие/А.П. Балашов - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 280 с. -
URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=49191>

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

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Основы теории управления: Учебное пособие/А.П. Балашов - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 280 с. -
URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=49191>

2. Тимофеев А.В. Управление роботами. - Ленинград. Изд-во Ленингр. ун-та, 1986.

3. Динамика управления роботами. /Под ред. Е.И. Юревича. -М.: Наука, 1984.

б) дополнительная литература:

1. Промышленная робототехника. /Под ред. Л.С. Ямпольского. - Киев, Техника, 1984.

2. Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы. Динамика и алгоритмы. М.: Машиностроение, 1978.

3. Галиуллин А.С. Обратные задачи динамики. -М.: Наука, 1981. – 144с

4. Галиуллин А.С. Аналитическая динамика. - М.: Высш. школа, 1989. –264с.

5. Вукобратович м., Стокич Д. Управление манипуляционными роботами. -М.: Наука, 1985.

в) ресурсы сети Интернет:

Все виды информационных ресурсов Научной библиотеки ТГУ. Информационные источники сети Интернет.

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 (репозитории) 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 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

Биматов Владимир Исмагилович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой Динамики полета.