

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

Ю.Н. Рыжих
« 24 » 06 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

Механика роботов, манипуляторов и мехатронных систем

по направлению подготовки

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) подготовки :
Моделирование робототехнических систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

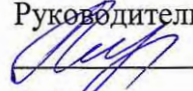
Год приема

2023

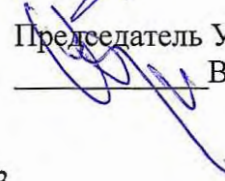
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.03.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Г.Р. Шрагер

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способность и готовность разрабатывать математические модели составных частей объектов профессиональной деятельности методами теории автоматического управления..

ПК-2 Способность самостоятельно применять знания на практике по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, экспериментов и наблюдений.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

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

ИПК 2.1 Знать как осуществить и организовать сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования

ИПК 2.2 Уметь анализировать, интерпретировать, оценивать, представлять результаты проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ.

ИПК 2.3 Владеть способами подготовки элементов документации и проведением отдельных этапов работ

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить современные методы исследования структуры, кинематики и динамики механизмов робототехнического назначения.

– Научиться составлять кинематические схемы механизмов; проводить классификацию механизмов; определять аналитически и с помощью метода планов положения, скорости и ускорения звеньев манипулятора робота.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

Второй семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Методы искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике; Моделирование роботов и робототехнических систем; Динамика и управление роботов.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 8 ч.

-практические занятия: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Структурный анализ и классификация механизмов.

Краткое содержание темы. Структура механизмов. Классификация механизмов. Определение степени подвижности механизмов. Группы Ассура.

Тема 2. Механизмы роботов и манипуляторов.

Краткое содержание темы. Анализ структурных схем промышленных роботов, манипуляторов и захватных устройств.

Тема 3. Структура многозвенных манипуляторов. Рабочая зона манипулятора.

Краткое содержание темы. Составление кинематических схем механизмов манипуляторов. Расчет рабочей зоны манипулятора.

Тема 4 Кинематический анализ механизмов.

Краткое содержание темы. Аналитическое определение положений, скоростей и ускорений звеньев механизма. Планы положений звеньев групп и построение траекторий, описываемых точками звеньев механизма. Последовательность решения задачи на построение планов скоростей и ускорений.

Тема 5. Конструкции манипуляторов промышленных роботов. Кинематическое исследование промышленного робота "Робин РСС-1 Сфера".

Краткое содержание темы. Структурный анализ ПР "Робин РСС-1 Сфера". Аналитическое определение положений, скоростей и ускорений звеньев манипулятора ПР "Робин РСС-1 Сфера".

Тема 6. Силовой анализ механизмов.

Краткое содержание темы. Силы, действующие на звенья механизма. Определение реакций в кинематических парах. Силовой расчет групп механизма. Примеры силового расчета.

Тема 7. Передаточные механизмы роботов и манипуляторов.

Краткое содержание темы. Кинематический анализ зубчатых передач. Расчет червячной передачи.

Тема 8. Планетарные механизмы робототехнического назначения.

Краткое содержание темы. Изучение конструкций планетарных передач. Расчет передаточного отношения планетарного редуктора.

Тема 9. Итоговая работа 1. Структурный и кинематический анализ зубчато-рычажного механизма.

Краткое содержание темы. Индивидуальная работа на закрепление теоретических понятий и основных конструктивных признаков различных видов механизмов. Структурный анализ и классификация плоских механизмов по Ассуру – Артоболовскому.

Тема 10. Итоговая работа 2. Расчет и проектирование планетарного редуктора робототехнического назначения.

Краткое содержание темы. Кинематический анализ планетарных передач. Определение передаточного отношения многоступенчатого планетарного редуктора.

9. Текущий контроль по дисциплине

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

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть представляет собой тест из 5 задач, проверяющих ИПК-1.1, ИПК-2.1, ИПК-2.2. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных. Некоторые задачи требуют вычисления. Тест проходит на платформе Moodle курс «Механика роботов, манипуляторов и мехатронных систем».

Вторая часть содержит два вопроса, проверяющие ИПК-1.2, ИПК-2.2. Ответы на вопросы второй части даются письменно в развернутой форме.

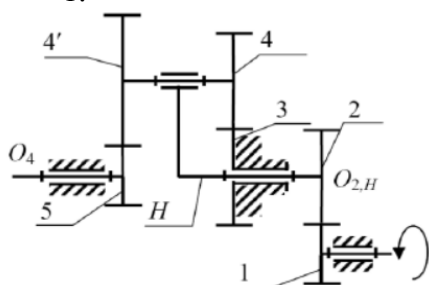
Третья часть содержит 3 вопроса к задачам по первой части, проверяющие ИПК-1.3, ИПК-2.3. Необходимо дать краткую интерпретацию полученных результатов решения задач.

Примерный перечень теоретических вопросов.

1. Структура механизмов. Основные определения.
2. Классификация механизмов. Плоские и пространственные механизмы.
3. Степень подвижности механизма.
4. Классификация плоских механизмов по Ассур-Артоблеву. Группы Ассура. Степень подвижности группы Ассура.
5. Формула строения механизма. Класс механизма.
6. Силовой расчет механизма. Определение реакций в кинематических парах.
7. Передаточные механизмы роботов и манипуляторов.
8. Передаточное отношение планетарного редуктора?
9. Наименьшее значение чисел зубьев?
10. Условие наименьшего габарита?
11. Выбор масштаба чертежа при построении плана положений.
12. Масштаб для планов скоростей и ускорений.
13. Уравнение равновесия группы.
14. Планетарные механизмы.
15. Расчет многоступенчатой передачи.

Примеры задач:

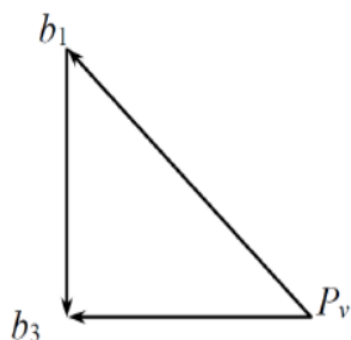
1.



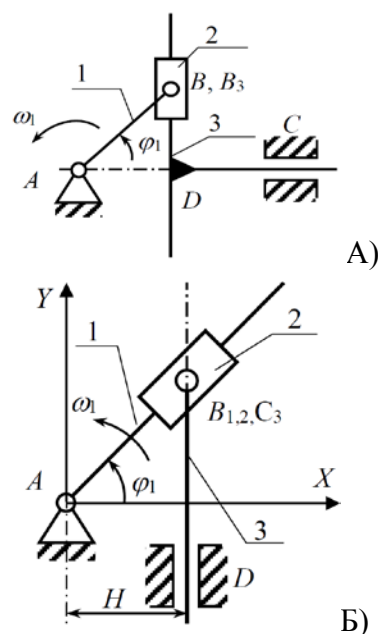
2.

Определить передаточное отношение $i_{1,5}$. Числа зубьев $z_1=21$, $z_2=49$, $z_3=20$, $z_4=19$, $z_5=42$. (Модули всех колес планетарной ступени одинаковые).

План скоростей



Укажите механизм, которому соответствует план скоростей, изображенный на рисунке.



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

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, показывающий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, показывающий полное знание учебного материала, допустившим незначительные погрешности при выполняющий практические задания.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, показавший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии; допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении практических заданий.

К оценочным средствам результатов обучения относятся: устный опрос (экзамен), контрольная работа, лабораторная работа, творческие задания, презентация, доклад, сообщение, реферат.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=854>

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

Материалы (текущие задания, тесты) представлены в курсе Moodle <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=854>

в) План практических занятий по дисциплине.

Структурный анализ и классификация механизмов.

Структура механизма. Классификация механизма. Определение степени подвижности механизма. Группы Ассура.

Механизмы роботов и манипуляторов.

Структура многозвенных манипуляторов. Рабочая зона манипулятора.

Кинематический анализ механизмов, кинематика манипуляторов.

Аналитическое определение положений, скоростей и ускорений звеньев механизма. Планы положений звеньев групп и построение траекторий, описываемых точками звеньев механизма. Последовательность решения задачи на построение планов скоростей и ускорений.

Кинематическое исследование промышленного робота "Робин РСС-1 Сфера".

Силовой расчет механизмов. Определение реакций в кинематических парах и нагрузки звеньев манипулятора.

Силы, действующие на звенья механизма. Определение реакций в кинематических парах. Силовой расчет групп механизма. Примеры силового расчета.

Передаточные механизмы роботов.

Планетарные механизмы робототехнического назначения.

Кинематический анализ передач. Планетарные передачи.

Передаточное отношение. Планетарные передачи. Формула Виллиса. Передаточное отношение многоступенчатых планетарных механизмов.

Итоговая работа 1: Структурный и кинематический анализ зубчато-рычажного механизма.

Структурный анализ, классификация, кинематический анализ зубчато-рычажного механизма.

Итоговая работа 2: Расчет и проектирование планетарного редуктора робототехнического назначения.

Определение передаточного отношения, межосевого расстояния, чисел зубьев колес многоступенчатого привода с планетарной передачей.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

При проведении самостоятельной работы предлагаются индивидуальные задания:

Итоговая работа 1: Структурный и кинематический анализ зубчато-рычажного механизма.

Итоговая работа 2: Расчет и проектирование планетарного редуктора робототехнического назначения.

Рекомендуемая литература для самостоятельной работы и выполнения индивидуальных заданий:

1. Артоболовский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Альянс, 2008. - 640с.

2. Горбенко Т. И. Практикум по теории механизмов и машин : [учебное пособие] / Горбенко Т. И., Горбенко М. В. ; Том. гос. ун-т. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 219 с.

Электронный ресурс: <http://edu.tsu.ru/eor/resource/118/tpl/index.html>.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Горбенко Т. И. Практикум по теории механизмов и машин : [учебное пособие] / Горбенко Т. И., Горбенко М. В. ; Том. гос. ун-т. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 219 с.

– Чмилъ В. П. Теория механизмов и машин : учебно-методическое пособие / В. П. Чмилъ. – СПб. : Лань, 2016. – 280 с. – Режим доступа ЭБС Лань: URL: <http://e.lanbook.com/book/86022>

– Теория механизмов и машин. Проектирование элементов и устройств пехнологических систем электронной техники : учебник для бакалавриата и магистратуры / Ивашов Е. Н., Лучников П. А., Сигов А. С., Степанчиков С. В. ; под ред. А. С. Сигова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2016. – 369 с. – Режим доступа ЭБС Юрайт: URL: <https://www.biblio-online.ru/book/39A9EDCC-5C89-4783-8DA8-81321BE4907E>

– Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин : [учебник] / И. И. Артоболевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2012. – 639 с.

б) дополнительная литература:

– Горбенко Т. И. Сборник задач и упражнений: учебное пособие / М. В. Горбенко, Т. И. Горбенко; Томский политехнический университет.– Томск : Изд-во Томского политехнического университета ИДО ТГУ, 2011. – 187 с.

– Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. – СПб. [и др.] : Лань, 2012. – 605 с.: ил. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2765

– Котов Е.А. Исследование динамики манипуляционных систем / Е.А. Котов, А.В. Назарова, Т.П. Рыжова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2013. – 53 с.

– Артоболевский И. И. Сборник задач по теории механизмов и машин : [учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов] / И. И. Артоболевский, Б. В. Эдельштейн. – 3-е изд., стер. – М. : Альянс, 2009. – 255 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Горбенко Т. И. Инновации в промышленности: мехатроника и робототехника : массовый открытый онлайн-курс / Т. И. Горбенко, М. В. Горбенко ; Том. гос. ун-т. - Томск: Томский государственный университет, 2015. URL: <https://www.coursera.org/learn/innovations-in-industry-robotics#syllabus>

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

– IOPscience [Electronic resource] / Institute of Physics, IOP Publishing. – Electronic data. –Bristol, United Kingdom, 2016. – URL: <http://iopscience.iop.org/>

– АПМ Расчет и проектирование деталей машин и механизмов [Электронный ресурс] / ООО НТЦ "АПМ". – Электрон. дан. – М., 2016. – URL: www.apm.ru

– 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);

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 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

Горбенко Татьяна Ивановна, кандидат физико-математических наук, доцент, Томский государственный университет, Физико-технический факультет, кафедра Прикладной газовой динамики и горения, доцент.