

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Голстик

“ 30 ” июня 2017 г.

Регистрационный № УД- 4669 /уч.

ДИНАМИКА РОБОТОВ И МАНИПУЛЯТОРОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1 31 03 02 Механика и математическое моделирование

Минск 2017

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 03 02 по специальности 1-31 03 02 Механика и математическое моделирование, утвержденного 30.08.2013 г. и учебного плана № G31-136/уч. от 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Савчук Владимир Петрович, доцент кафедры теоретической и прикладной механики Белорусского государственного университета,
кандидат физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики Белорусского государственного университета
(протокол № 9 от 24.04.2017)

Учебно -методической комиссией механико – математического факультета
(протокол № 5 от 27.06.2017)

Зав. кафедрой ТиПМ

/М.А.Журавков/



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Робототехника – новое, быстро развивающееся направление науки и техники, связанное с созданием и применением роботов и робототехнических систем. Робототехника возникла как самостоятельное научное направление на основе механики и кибернетики.

Содержание специальной дисциплины «Динамика роботов и манипуляторов» составляют основные динамические модели манипуляторов, методы описания динамики роботов, методы решения уравнений движения, способы идентификации механических параметров манипулятора.

Основными целями и задачами дисциплины являются: математическое описание динамики исполнительного устройства робота для двух основных моделей: манипулятора с жесткими звеньями и манипулятора с упругими связями.

Изложение курса основано на базе классической механики и матричного анализа.

В результате изучения дисциплины студент должен уметь самостоятельно построить динамическую модель робота на базе уравнений Лагранжа второго рода, представить уравнения в параметрическом виде, идентифицировать механические параметры манипулятора, уметь определять погрешность позиционирования рабочего органа из-за упругой податливости передаточных механизмов.

Цели дисциплины:

- изложение основных понятий динамики управляемых манипуляторов;
- математическое описание динамики исполнительного устройства робота;
- формулировка и решение основных задач динамики для двух основных моделей роботов: манипулятора с жесткими звеньями и манипулятора с упругими связями.

Задачи дисциплины:

- ☐ - формирование установки на творческую профессиональную деятельность;
- ☐ - формирование у студентов основных понятий динамики роботов;
- ☐ - изучение основных приемов динамического описания движения исполнительного устройства робота;
- ☐ - изучение двух основных моделей: манипулятора с жесткими звеньями и манипулятора с упругими связями.

В результате изучения специальной дисциплины «Динамика роботов и манипуляторов» студент должен **знать:**

- основные динамические модели манипуляторов;
- методы описания динамики роботов;
- методы решения уравнений движения;
- способы идентификации механических параметров манипулятора

уметь:

- самостоятельно построить динамическую модель робота на базе уравнений Лагранжа второго рода;
- представить уравнения движения в параметрическом виде;
- определять погрешность позиционирования рабочего органа из-за упругой податливости передаточных механизмов;
- идентифицировать механические параметры манипулятора.

владеть:

- ☐ – современными методами и приемами решения задач механики роботов;
- ☐ – методами построения адекватных математических моделей реальных манипуляторов;
- ☐ – навыками самообразования и способами использования изученного аппарата для проведения самостоятельных исследований.

Учебная дисциплина строится таким образом, чтобы обучающийся приобретал следующие **компетенции специалиста**:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
- ПК-18. Владеть современными средствами телекоммуникаций.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

На изучение специальной дисциплины «Динамика роботов и манипуляторов» по специальности 1-31 03 02 «Механика и математическое моделирование», специализация 1-31 03 02 07 «Динамика и прочность машин» отводится в шестом семестре 3-го курса всего: 80 часов, из них аудиторных – 46 часов, по видам занятий: лекций – 20, лабораторных – 22, УСР – 4 часа. Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Оценка современного состояния робототехники и перспектив ее развития.

Роботы трех поколений. Мобильные роботы. Шагающие роботы.

Тема 2. Динамические модели роботов.

Манипуляторы с жесткими звеньями и связями. Учет упругости передаточных механизмов. Манипуляторы с упругими звеньями.

Тема 3. Динамика жесткой модели манипулятора.

Уравнения Лагранжа 2-го рода для манипулятора. Кинетическая и потенциальная энергия, манипулятора. Обобщенные силы. Вывод уравнений движения в матричной форме. Постановка задач динамики манипулятора. Алгоритмы решения задач динамики. Параметрическое представление уравнений движения.

Тема 4. Динамика манипулятора с учетом упругости передаточных механизмов.

Упругие и диссипативные свойства конструкции манипулятора. Уравнения движения. Постановка задач динамики. Уравнения движения манипулятора в окрестности номинальной траектории и методы их решения для манипулятора большой жесткости. Асимптотический метод. Определение погрешности позиционирования. Анализ колебаний схвата при его движении.

Тема 5. Задача идентификации механических параметров манипулятора.

Определение механических параметров жесткой модели манипулятора. Нахождение упругих и диссипативных констант упругой модели.

Тема 6. Динамика манипулятора с упругими звеньями.

Уравнения колебаний упругого стержня, граничные и начальные условия. Уравнения движения манипулятора с одним упругим звеном. Собственные частоты.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Кол-во часов УСР	Формы контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия		
1	Оценка современного состояния робототехники и перспектив ее развития.	2	2		Докл.
2	Динамические модели роботов.	1	2	1	Устн опрос
3	Динамика жесткой модели манипулятора.	1	4		Устн опрос
4	Динамика манипулятора с учетом упругости передаточных механизмов.	1	4	1	Пром. Отчет по ИЗ
5	Задача идентификации механических параметров манипулятора.	2	4	1	Устн опрос
6	Динамика манипулятора с упругими звеньями.	2	2		Отчет по ИЗ
Итого		20	22	4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Механика промышленных роботов. Кн.1. Кинематика и динамика. Под ред. *К.В.Фролова, Е.И.Воробьева*. Москва «Высшая школа» 1988. 304 с.
2. *Коловский М.З., Слоущ А.В.* Основы динамики промышленных роботов. Москва «Высшая школа», 1985.
3. *Вукобратович М.* Управление манипуляционными роботами. Теория и приложения. Москва «Наука», 1985. 256 с.
4. Робототехника. Кинематика и динамика манипуляторов. *О.Н.Вярьвильская* и др. Под ред. проф. Журавкова М.А. Учебн. пособие. БГУ, 2010.
5. Робототехника. Кинематика и динамика манипуляторов/ *О.Н.Вярьвильская* и др.; под общей редакцией проф. М.А. Журавкова. – Минск: БГУ, 2010. – 232 с.

Дополнительная литература

1. *Юревич Е. И.* Основы робототехники. Москва «Высшая школа» 1985, 237 с.
2. *Моисеев Н.Н.* Асимптотические методы нелинейной механики. Москва «Наука», 1969.
3. *Пол Р.* Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота – манипулятора. Москва, Наука, 1976. 203 с.
4. Устройство промышленных роботов/ *Е.И. Юревич* и др.. Л.: Машиностроение, 1980.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении самостоятельных работ;

При изучении дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
2. Аудиторная самостоятельная работа при выполнении студентом учебных и творческих задач.
3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов разнообразны: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Диагностика результатов учебной деятельности по дисциплине «Динамика роботов и манипуляторов» проводится во время аудиторных занятий и во время защиты индивидуальных заданий. Для диагностики используются:

- экспресс-опрос на аудиторных занятиях;
- защита отчетов по индивидуальным заданиям;
- проверка контрольных работ и тестовых заданий.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе 3-ех документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление №53 от 29.05.2012 г.).
2. Положение о рейтинговой системе БГУ (ред. 2015 г.).
3. Критерии оценки студентов (10 баллов).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

[illegible]

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

№п/ п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
теоретической и прикладной механики (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой
д. физ.-мат. наук, профессор

М.А. Журавков

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
канд. физ.-мат. наук, доцент

Д.Г. Медведев