

На основании многолетнего опыта преподавания данной дисциплины и с учетом приведенных материалов предлагается:

1. Внести изменения в образовательные стандарты анализируемых специальностей с целью повышения роли курса «Техническая механика» в общинженерной подготовке и довести объем аудиторных занятий как минимум до 75 часов.

2. Разработать единую концепцию курса «Техническая механика», создать типовую рабочую программу и творческие коллективы по подготовке комплекса учебно-методической литературы.

### **Литература**

*1. Завистовский В.Э., Соколова Н.В. Некоторые подходы к совершенствованию стандартов технического образования // Теория и практика стандартизации образования: Материалы Междунар. науч.-практ. Конф., Минск, 18–19 янв. 2001 г.— Мн.: БГПУ им М.Танка, 2001. Ч.1, с.142-143.*

*2. Образцов Н.С., Ткачук А.М. Основные принципы разработки образовательных стандартов радиотехнического профиля // Там же, с.153–155.*

*3. Образцов Н.С., Ткачук А.М. Особенности разработки образовательного стандарта по специальности «Проектирование и производство радиоэлектронных средств» // Там же, с.155–157.*

УДК 621. 01; 621 + 621.52(075.8)

## **ТИПОВАЯ ПРОГРАММА НОВОГО УЧЕБНОГО КУРСА «ТЕОРИЯ МАШИН-АВТОМАТОВ И МАНИПУЛЯТОРОВ» И ЕЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.**

**П. П. Анципорович, В. К. Акулич, Э. И. Астахов, В. В. Кудин**

Широкое развитие в настоящее время новых интеллектуальных технологий, очувствленных роботизированных комплексов, адаптивных машин, биологосистем «человек-компьютер» и т.д. вызывают потребность в подготовке в вузах соответствующих специалистов. С этой целью на машиностроительном факультете БГПА с 2001 г. начата подготовка инженеров по новым специальностям; Т.23.01 «Интеллектуальные приборы, машины, технологии и производства». и Т.23.02 «Интегральные сенсорные системы». В учебный план этих специальностей включен новый учебный курс «Теория машин — автоматов и манипуляторов» (ТМА и М) в

объеме 179 часов (лекций — 72, практических занятий — 54, лабораторных работ — 36, групповые консультации по курсовому проектированию — 17 часов). Кафедре «Теория механизмов и машин» БГПА поручено подготовить типовую программу этого нового курса и в дальнейшем разработать ее учебно-методическое обеспечение. Используя предыдущий опыт разработки программ новых учебных дисциплин в работах [1], [2], [3] авторов и методические концепции работы [4], предлагается следующий вариант программы.

В предлагаемом проекте типовой программы ТМА и М лекционный курс состоит из введения и 4-х разделов, включающих 21 тему.

**Тема 1.** Введение (современное производство как совокупность технологических, транспортных, энергетических и информационных процессов).

**Раздел 1.** Основы теории механизмов и машин (темы 2–11):

- основы строения, структура механизмов;
- кинематические и геометрические характеристики механизмов (рычажных и зубчатых);
- динамическое исследование движения машин и механизмов с жесткими звеньями;
- силовой анализ, трение и изнашивание в механизмах;
- качественная оценка механизмов и машин;
- исследование движения машин и механизмов с упругими звеньями, колебания в механизмах;
- использование вибраций, защита от вибраций, уравнивание звеньев и механизмов;
- общие методы синтеза, синтез рычажных механизмов;
- синтез зубчатых передач и механизмов;
- синтез кулачковых механизмов.

**Раздел 2.** Основы теории роботов и манипуляторов (темы 12–14):

- структура и основные параметры роботов и манипуляторов;
- геометрия и кинематика манипуляторов (методы преобразования координат в матричной форме);
- динамика манипуляторов (в матричной форме).

**Раздел 3.** Основы теории машин — автоматов (темы 15–18):

- структура и производительность машин — автоматов;
- синтез принципиальной, структурной и компоновочной схемы машины — автомата;
- динамика приводов машин — автоматов и роботов;
- динамические показатели качества машин, машин — автоматов и манипуляторов.

**Раздел 4.** Системы управления машин — автоматов промышленных роботов (темы 19–21):

- структура и параметры автоматических систем управления;
- синтез логических двоичных систем управления по пути;
- современные системы управления промышленных роботов и робототехнических комплексов.

Тематика практических занятий включает такие вопросы: 1) Определение степени подвижности плоских механизмов и пространственных манипуляторов. 2) Структурный анализ и синтез плоских механизмов. 3) Кинематический анализ плоского рычажного механизма методом планов. 4) Кинематический анализ кулачкового механизма методом диаграмм. 5) Кинематический анализ зубчатых механизмов с подвижными осями колес. 6) Определение передаточных функций рычажных механизмов с заданным относительным движением. 7) Определение параметров динамических моделей машин и механизмов. Приведение сил и масс. 8) Определение закона движения звена привода. 9) Определение инерционных нагрузок звеньев плоских механизмов. 10) Силовой расчет плоских механизмов. 11) Трение в кинематических парах и к.п.д. механизмов. 12) Уравновешивание роторов и механизмов. 13) Определение размеров и качественных показателей цилиндрической зубчатой передачи. 14) Определение основных размеров кулачковых механизмов. 15) Определение параметров динамической модели механизма с упругими звеньями. 16) Анализ собственных и вынужденных колебаний поступательного звена механизма. 17) Расчет параметров и анализ эффективности виброизоляции машины. 18) Синтез рычажных механизмов по коэффициенту изменения скорости и по положениям звеньев. 19) Определение маневренности, размеров рабочей зоны и коэффициента сервиса манипулятора 20) Определение координат схвата манипулятора методом преобразования координат. 21) Определение инерционных нагрузок звеньев манипулятора. 22) Составление структурной схемы машины — автомата многопозиционного станка, его циклограммы, определение производительности. 23) Определение динамических показателей электропривода с упругой муфтой. 24) Анализ динамики разгона поступательного гидропривода. 25) Анализ динамики торможения поступательного пневмопривода. 26) Разработка логической многотактной СУ контрольного автомата.

Примерный перечень лабораторных работ:

- 1) Условные обозначения кинематических схем машин и составление структурных схем механизмов.
- 2) Структурный анализ и синтез плоских механизмов.
- 3) Исследование кинематических характеристик рычажного механизма на ЭВМ.

- 4) Определение передаточных отношений зубчатых механизмов.
- 5) Определение приведенного момента инерции рычажного механизма.
- 6) Определение КПД винтового механизма.
- 7) Динамическая балансировка пространственного ротора.
- 8) Профилирование эвольвентных зубьев колес на приборе.
- 9) Определение размеров и параметров цилиндрической зубчатой передачи на ЭВМ.
- 10) Определение параметров и анализ эффективности динамического виброгасителя.
- 11) Исследование жесткости механической цепи манипулятора.
- 12) Определение динамических характеристик манипулятора резонансным методом.
- 13) Экспериментальное определение характеристик рабочей машины.
- 14) Исследование собственных и вынужденных колебаний двухмассовой модели машины на ЭВМ.
- 15) Анализ динамики разгона и торможения гидропривода на ЭВМ.
- 16) Исследование на ЭВМ колебаний упругого толкателя кулачкового механизма.

17) Исследование динамики разгона электропривода на ЭВМ.

18) Исследование на ЭВМ отработки траектории схватом манипулятора.

Большинство лабораторных работ уже имеются в лабораториях кафедры по учебным курсам «Теория механизмов и машин», «Колебания в машинах методы их устранения», «Динамика машин». Небольшое число работ (в частности по манипуляторам и машинам-автоматам) необходимо подготовить в течение учебного года до прихода студентов названных специальностей на кафедру для изучения данного учебного курса.

Курсовой проект по курсу «ТМА и М» планируется в объеме 4 чертежных листов формата А1 и пояснительной записки с необходимыми пояснениями, алгоритмами, расчетами и выводами. Задание на курсовой проект является комплексным, предусматривающим проектирование и исследование основных видов механизмов, объединенных в систему машины-автомата, промышленного робота, РТК или автоматического устройства. В проекте предусматривается разработка следующих вопросов:

- 1) кинематический синтез и анализ механической цепи манипулятора промышленного робота (или РТК) по отработке заданной траектории схвата;
- 2) динамический анализ движения звеньев манипулятора;
- 3) анализ динамической нагруженности механической цепи манипулятора;
- 4) разработка принципиальной логической схемы управления пневмоцилиндрами манипулятора.

Расчеты по большинству разделов курсового проекта выполняются на ЭВМ с использованием как типовых компьютерных программ, разработанных на кафедре, так и специальных программ, разработанных некоторыми студентами по соответствующей теме проекта.

Изучение такого курса ТМА и М студентами указанных (в начале) специальностей позволит решить следующие задачи:

1) научиться составлять расчетные схемы и модели механизмов и машин, предназначенных для решения технологических и технических задач, возникающих на различных этапах конструирования машин-автоматов и промышленных роботов; 2) создавать программные продукты, применяемые в системах управления современных машин-автоматов; давать качественную оценку применяемых механизмов, машин и систем управления и производить их оптимизацию по различным критериям;

3) обучить использовать современные интеллектуальные системы управления в машинах-автоматах и промышленных роботах с целью наиболее полного использования физических свойств механической системы с одной стороны и интеллектуальных возможностей управления с другой стороны.

## Литература

1. *Теория механизмов, машин и манипуляторов. Типовая программа для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений / Составители: Анципорович П.П., Акулич В.К. — Мн.: БГПА, 2001г. — 12с.*

2. *Колебания в машинах и методы их устранения. Типовая программа для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений. Проект./ Составители: Кудин В.В., Астахов Э.И. — Мн.: БГПА, 1999. — с.*

3. *Астахов Э.И., Кудин В.В. Содержание и методическое обеспечение нового учебного курса «Динамика станков». Материалы Республиканского научно-методического семинара преподавателей кафедр теоретической механики, теории машин и механизмов, сопротивления материалов ВУЗов Беларуси. Минск, 15–17 июня 2000г. /Под ред. А.В. Чигарева, В.К. Сапелкина. — Мн.: УП «Технопринт», 2001, с.75–76.*

4. *Коловский М.З., Смирнов Г.А. О некоторых особенностях преподавания теории механизмов и машин для специализации «Робота и манипуляторы». Сборник научно-методических статей по теории механизмов и машин». Вып. 10. — М.: Высш. шк., 1984, с.55–59.*