

за которыми часто теряется смысл механических процессов, осмыслить взаимосвязь предметов через конкретные задачи. Важно, что такой комплексный подход к решению сложных задач развивает и стимулирует научное мышление, способность анализировать, делать выводы.

Таким образом, междисциплинарная интеграция – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. И необходимы усилия педагогического коллектива для совершенствования учебного процесса в направлении всестороннего развития междисциплинарной интеграции.

#### **Список литературы:**

- [1] Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1977. С. 54.
- [2] Резник Н.И. Инвариантная основа внутрпредметных, межпредметных связей: методологические и методические аспекты / Н.И. Резник. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1998.
- [3] Бекренев А. Многоступенчатые структуры интегрированных систем образования / А. Бекренев, В. Михелькевич // Высшее образование в России. 1996. 3. С. 37–50.
- [4] Чебышев Н. Основа развития современной высшей школы / Н. Чебышев, В. Каган // Высшее образование в России. 1998. 2. С. 17–22.
- [5] Вишнякова Е.Г. Междисциплинарный сетевой учебно-методический комплекс как средство повышения эффективности обучения в вузе: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. пед. наук / Е.Г. Вишнякова // Волгоград. – 2007. – 23 с.

*И.Ю. Гордлеева, Т.И. Гаврилова, М.О. Смирнов*  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

### **ИЗУЧЕНИЕ КИНЕМАТИКИ ПЛОСКОГО МЕХАНИЗМА В УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

Специалистами ФБОУ ВПО «ВГАВТ» в 2012 году было разработано «Положение о студенческом научном обществе (СНО)», в котором дается определение учебно-исследовательской работы студентов [1], дословно: «УИРС – деятельность студентов, которая определяется учебным планом и рабочими программами, создаёт предпосылки для их вовлечения в активную научно-исследовательскую работу, требует от студентов большей самостоятельности в учебном процессе, способствует более глубокому усвоению программного материала, приобретению не только определенного объема знаний, но и устойчивых навыков практического применения этих знаний». Несмотря на то, что учебно-исследовательская работа студентов предполагается с третьего курса, когда пройден блок общеобразовательных дисциплин и начинаются специальные предметы, авторы уверены в возможности УИРС на младших курсах.

Утверждение и введение общеобразовательных программ третьего поколения (ФГОСЗ) привело к значительному сокращению аудиторного времени по ряду дисциплин. Например, студенты специальности «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» ранее в рамках блока «Механика» изучали отдельные дисциплины: «Теоретическая механика», «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования», «Сопrotивление материалов». По ФГОСЗ на дисциплину «Механика» выделен один учебный семестр, что не дает возможности преподавателю донести материал до студента в том объеме, который был бы достаточен для формирования грамотных в данной предметной области специалистов. Исходя из дефицита аудиторного времени, часть разделов сокращена до ознакомительного уровня, а ряд тем вынесен на самостоятельную работу. В этих условиях потребовалось сформулировать новые

цели обучения. Одной из таких целей является развитие научно-исследовательского мышления у студента через способность к самостоятельной работе с технической литературой. Другой целью является налаживание межпредметных связей таким образом, чтобы, осваивая одну из дисциплин естественнонаучного цикла, студенты решали бы на лабораторных занятиях задачи, относящиеся к другой дисциплине. В рамках дисциплины «Информатика» изучаются основы работы в пакете MathCAD. В качестве содержательной прикладной задачи, иллюстрирующей возможности пакета, было решено выбрать задачу моделирования плоского механизма. Эта задача охватывает три темы из разных разделов дисциплины «Механика». Решение этой задачи в среде пакета MathCAD дает возможность исследовать зависимость характеристик изучаемого механизма от различных входных параметров гораздо быстрее и эффективнее, чем если бы студент делал это вручную. Результаты расчета, полученные на занятиях по «Информатике», дают возможность упростить решение задач по анализу и синтезу механизма, изучение которых предполагается на занятиях по «Механике».

Таким образом, интеграция двух дисциплин позволяет сэкономить время освоения сложных разделов «Механики», освобождая студентов от необходимости рутинных расчетов, за которыми часто теряется смысл механических процессов, осмыслить взаимосвязь предметов через конкретные задачи. Важно, что такой комплексный подход к решению сложных задач развивает научное мышление, способность анализировать, делать выводы.

Для решения поставленной задачи были сформулированы следующие подзадачи:

- 1) Создать натурный макет плоского механизма;
- 2) Изучить кинематику плоского механизма и для заданного положения на основе кинематических зависимостей (уравнений) рассчитать скорости и ускорения выбранных точек;
- 3) изучить возможности пакета MathCAD и выполнить в нем соответствующий теоретический расчет;
- 4) сравнить результаты машинных и ручных расчетов;
- 5) выполнить анализ полученных зависимостей.

*Создание натурального макета плоского механизма.*

- 1) Разметка и резка листового органического стекла согласно заданным размерам, сверление отверстий для направляющих втулок скольжения;
- 2) Изготовление направляющих втулок для валов частей механизма путем проточки и сверления в токарном станке, нарезка на них резьбы М10;
- 3) Прикрепление направляющих втулок к листу органического стекла резьбовым соединением;
- 4) выточка шипа кривошипно-шатунного механизма согласно размерам направляющей втулки;
- 5) разметка листового металла угловой шлифовальной машинкой согласно размерам и вырезка частей механизма, сверление отверстий для втулок скольжения на сверлильном станке, скругление острых углов деталей на точильном станке, с последующей обработкой напильником и надфилем;
- 6) выточка направляющих валов и прикрепление их к частям механизмов с помощью полуавтоматической СО сварки и резьбовых соединений М6;
- 7) изготовление ползуна и камня путем резки и сверления стальной заготовки прямоугольного сечения;
- 8) изготовление направляющей ползуна путем резки металлического прутка, гибки и нарезки резьбы М6, а так же крепление направляющей к листу органического листа;



Рис. 1. Макет плоского механизма

9) изготовление кулисы путем резки металлического прутка и нарезки на нем резьбы М8, а так же изготовление крепления кулисы к пластинчатому шатуну путем резки металлической заготовки прямоугольного сечения, сверления в нем 2 отверстий и нарезки в них резьбы;

10) покраска всех деталей, соединение их между собой с помощью втулок скольжения и резьбовых соединений;

11) подбор червячного редуктора к мотору привода механизма с расчетом, что на входе мы имеем 500 об/мин, а на выходе – 20 об/мин

12) прикрепление редуктора к мотору, а затем крепление к механизму путем кангового зажима

13) изготовление блока питания мотора

*Исследование кинематики плоского механизма*

Теоретическая часть включает в себя анализ структуры механизма и расчет скоростей и ускорений отдельных точек. Структурное исследование состоит в определении звеньев, входящих в механизм и кинематических пар. Данная модель включает кривошип, 2 шатуна, ползун, пластинчатый шатун, коромысло, кулису и качающийся камень, кинематические пары двух типов: вращательные и поступательные.

Для заданного положения механизма на основе кинематических зависимостей (уравнений) рассчитываются скорости и ускорения выбранных точек (А,В) [2]. Обоснование выбора формул для вычисления кинематических характеристик представляется в таблице.

Точка	Звено, которому точка принадлежит (движение, которое совершает звено)	Скорость точки	Ускорение точки
Точка А	кривошип (вращательное движение), шатун (плоско-параллельное)	$v_A = \omega_0 \cdot OA$	$\vec{a}_A = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau$
Точка В	ползун (поступательное), шатун (плоско-параллельное)	$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}$	$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau$

Далее по исходным условиям задачи (длины звеньев, размеры механизма, угловая скорость ведущего звена) получают численные результаты исследуемых характеристик, на основе чего происходит качественный анализ движения механизма (ускоренное или замедленное движение у точек, направление движения и др.)

*Изучение средств пакета MathCAD, необходимых для решения задачи*

Описание теоретических зависимостей и их реализация в пакете MathCAD потребовали освоения следующих возможностей этого программного продукта:

1) Основы программирования в пакете MathCAD [3];

- 2) Операции и функции работы с векторами и матрицами [4];
- 3) Способы построения графиков зависимостей, когда последовательности аргументов и собственно значений функции являются столбцами одной или разных матриц;
- 4) Функции-подпрограммы построения векторов [5];
- 5) Функции формирования буквенных обозначений концов векторов скоростей рассчитанных точек.

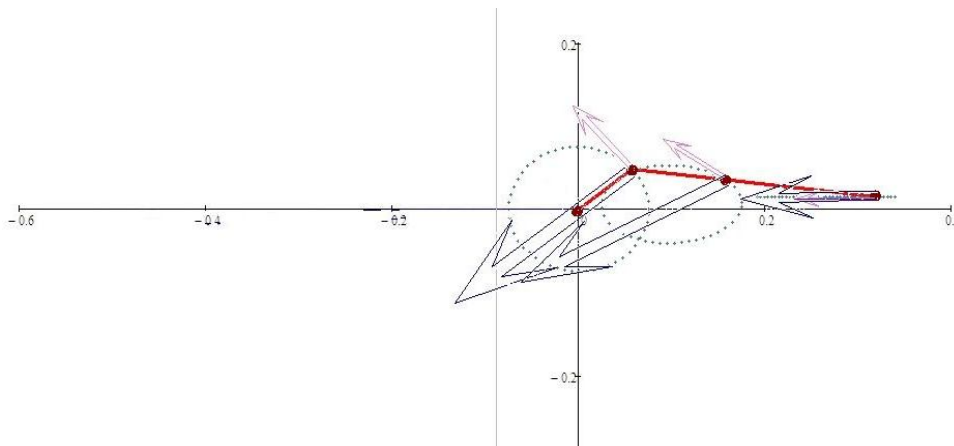


Рис. 2. Графическое представление результатов расчета в среде MathCAD

Представленная работа позволяет сделать следующие выводы:

- Результаты расчета кинематики плоского механизма, полученные вручную, показали совпадение с результатами расчета в среде MathCAD, что удовлетворяет поставленной цели и дает возможность оценить трудоемкость вычислений при разных подходах;
- Решение одной прикладной задачи требует знания множества дисциплин, что объясняет их введение в учебный курс и дает возможность понять и оценить межпредметную взаимосвязь;
- Умение самостоятельно работать с учебно-методической литературой развивает учебный и научный потенциал студента, повышает исследовательский уровень его мышления.

#### Список литературы:

- [1] Демидова Е.А. Положение о студенческом научном обществе / Е.А.Демидова, Н.Г.Павлова. – Н.Новгород: ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012.
- [2] Гордлеева И.Ю. Теоретическая механика. Кинематика (методические указания) / И.Ю. Гордлеева. – Н.Новгород: ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2003.
- [3] Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров / В.Ф. Очков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
- [4] Охорзин В.А. Компьютерное моделирование в системе Mathcad / В.А. Охорзин. – М.: Финансы и статистика, 2006.
- [5] Бертяев В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad. Практикум : учеб. пособие / В.Д. Бертяев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.